

耳类珍稀菌高效栽培

ERLEIZHENXIJUN GAOXIAOZAIPEI

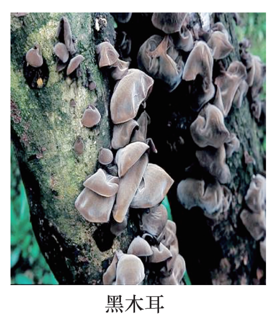


牛贞福 晁岳江 主编









黑木耳

桂花耳



银耳

彩图 1　耳类食用菌



彩图 2　黑木耳子实体



彩图 3　黑木耳子实体生长期



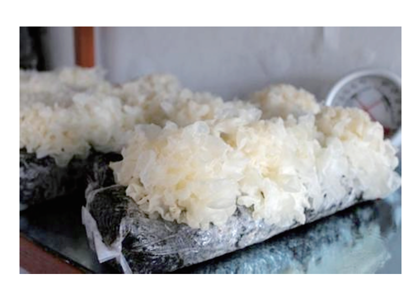
彩图 4　毛木耳



彩图 5　银耳



彩图 6　银耳子实体生长阶段



彩图 7　成熟期的银耳



彩图 8　榆耳子实体



彩图 9　野生榆耳



彩图 10　榆耳原基形成



彩图 11　榆耳耳片分化



彩图 12　榆耳耳片生长



彩图 13　金耳子实体



彩图 14　野生金耳



彩图 15　金耳转色



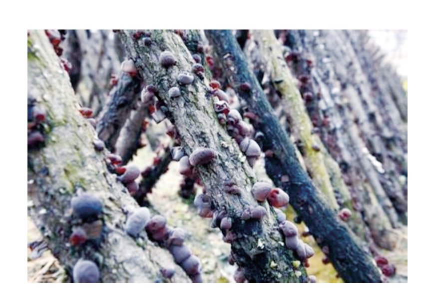
彩图 16　金耳晒干



彩图 17　血耳子实体



彩图 18　血耳子实体浸水



彩图 19　血耳段木栽培



彩图 20　血耳优质产品



彩图 21　紫木耳子实体



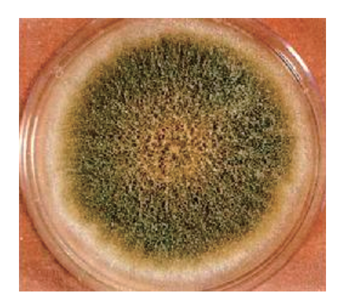
彩图 22　大光木耳子实体



彩图 23　毛霉



彩图 24　根霉



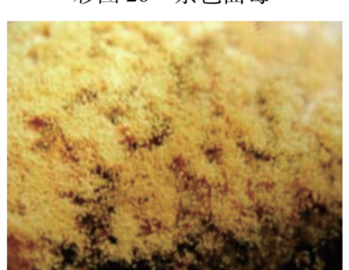
彩图 25　黄曲霉



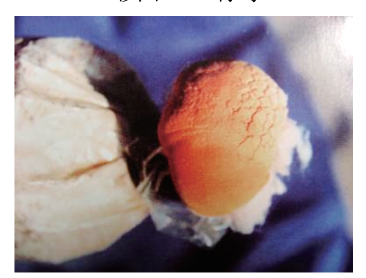
彩图 26　杂色曲霉



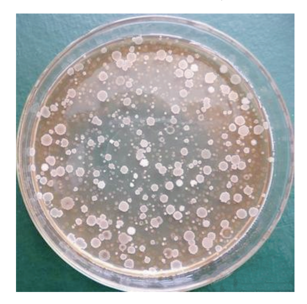
彩图 27　青霉



彩图 28　木霉



彩图 29　链孢霉



彩图 30　酵母菌



彩图 31　细菌



彩图 32　放线菌



彩图 33　螨虫



彩图 34　菇蚊成虫



彩图 35　菇蚊幼虫



彩图 36　菇蚊蛹



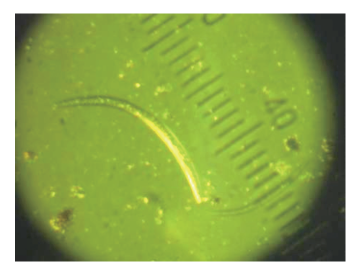
彩图 37　瘿蚊成虫



彩图 38　瘿蚊幼虫



彩图 39　瘿蚊蛹



彩图 40　食用菌线虫



耳类珍稀菌高效栽培

主　编　牛贞福　晁岳江

副主编　国淑梅　王　猛　孙长兰

参　编　闵　楚　王向阳　于安军









机　械　工　业　出　版　社

本书总结归纳了耳类珍稀食用菌的种类和高效栽培技术，较为全面地对耳类珍稀食用菌的基础知识、菌种制作、高效栽培、病虫害的诊断与防控进行了介绍。本书设有“提示”“注意”“小窍门”等小栏目，并配有耳类珍稀食用菌的高效栽培实例和生产过程中近20个操作技术视频以二维码的形式呈现给读者，内容全面翔实，图文并茂，通俗易懂，实用性强，可以帮助有关食用菌生产企业、合作社、家庭农场、菇农等更好地掌握耳类珍稀食用菌高效栽培的技术要点。

本书适合从事食用菌菌种制作和高效栽培的企业、合作社、菇农及农业技术推广人员使用，也可供农业院校相关专业的师生学习参考。

图书在版编目（CIP）数据

耳类珍稀菌高效栽培/牛贞福，晁岳江主编. —北京：机械工业出版社，2016.6（2017.1重印）
（高效种植致富直通车）
ISBN 978-7-111-53325-2

Ⅰ.①耳… Ⅱ.①牛… ②晁… Ⅲ.①食用菌－蔬菜园艺 Ⅳ.①S646

中国版本图书馆CIP数据核字（2016）第061477号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）
总 策 划：李俊玲 张敬柱 策划编辑：高 伟 郎 峰
责任编辑：高 伟 郎 峰 责任校对：王 欣
责任印制：李 洋
北京振兴源印务有限公司印刷
2017年1月第1版第2次印刷
140mm×203mm · 8.375印张 · 4插页 · 225千字
3001—6000册
标准书号：ISBN 978-7-111-53325-2
定价：26.80元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务	网络服务
服务咨询热线：010-88361066	机 工 官 网：www.cmpbook.com
读者购书热线：010-68326294	机 工 官 博：weibo.com/cmp1952
010-88379203	金 书 网：www.golden-book.com
封面无防伪标均为盗版	教育服务网：www.cmpedu.com

高效种植致富直通车
编审委员会



序

园艺产业包括蔬菜、果树、花卉和茶等，经多年发展，园艺产业已经成为我国很多地区的农业支柱产业，形成了具有地方特色的果蔬优势产区，园艺种植的发展为农民增收致富和“三农”问题的解决做出了重要贡献。园艺产业基本属于高投入、高产出、技术含量相对较高的产业，农民在实际生产中经常在新品种引进和选择、设施建设、栽培和管理、病虫害防治及产品市场发展趋势预测等诸多方面存在困惑。要实现园艺生产的高产高效，并尽可能地减少农药、化肥施用量以保障产品食用安全和生产环境的健康离不开科技的支撑。

根据目前农村果蔬产业的生产现状和实际需求，机械工业出版社坚持高起点、高质量、高标准的原则，组织全国20多家农业科研院所中理论和实践经验丰富的教师、科研人员及一线技术人员编写了“高效种植致富直通车”丛书。该丛书以蔬菜、果树的高效种植为基本点，全面介绍了主要果蔬的高效栽培技术、棚室果蔬高效栽培技术和病虫害诊断与防治技术、果树整形修剪技术、农村经济作物栽培技术等，基本涵盖了主要的果蔬作物类型，内容全面，突出实用性，可操作性、指导性强。

整套图书力避大段晦涩文字的说教，编写形式新颖，采取图、表、文结合的方式，穿插重点、难点、窍门或提示等小栏目。此外，为提高技术的可借鉴性，书中配有果蔬优势产区种植能手的实例介绍，以便于种植者之间的交流和学习。

丛书针对性强，适合农村种植业者、农业技术人员和院校相关专业师生阅读参考。希望本套丛书能为农村果蔬产业科技进步和产业发展做出贡献，同时也恳请读者对书中的不当和错误之处提出宝贵意见，以便补正。

中国农业大学农学与生物技术学院



前　言

耳类食用菌是世界上产量仅次于双孢蘑菇、香菇及糙皮侧耳的第四大栽培食用菌，在我国食用菌产业体系中占有重要的地位。2014年黑木耳产量达579.08万吨，毛木耳152.62万吨，银耳43.12万吨。耳类食用菌作为食用，含有丰富的蛋白质、多种纤维素和矿质元素，营养价值较高，对人体健康十分有益；作为药用，具有强精、补肾、润肺、止咳、活血、壮身、补脑等功效。耳类食用菌深受国内外消费者的喜爱，其干制品也是我国重要的出口农产品，在国际市场有很好的销路，并享有较高的声誉。

随着科技进步和市场经济的发展，耳类食用菌的研究和栽培技术也有了很大的进展和提高，其实践性、操作性、创新性和规范性日显突出，技术日臻完善，逐步朝着专业化、机械化、集约化、规模化方向发展，广大食用菌从业者迫切需要了解、认识和掌握耳类食用菌的新品种，以及栽培的新技术、新工艺、新方法，以解决实际生产中遇到的技术难题，提高栽培的技术水平和经济效益。为此编者深入生产一线，调查耳类食用菌生产中存在的难题和疑点，总结经验，结合自己的教学科研成果和多年来在指导耳类食用菌生产中积累的心得体会，并参阅了大量的有关教材、著作和文献，力使本书内容丰富、新颖；同时引用了具有代表性、典型性的照片、图片和示意图，来增加本书的可读性和适用性。本书介绍了8种常见耳类食用菌的生物学特性和高效栽培技术，为节省篇幅，耳类食用菌基础知识、菌种制作和病虫害防控等章节采用了综合论述的方法。

本书由山东农业工程学院、济南军区联勤部军需物资油料部、山东天晴生物科技有限公司、鱼台三鑫食用菌种植专业合作社及山东省农业技术推广总站长期从事食用菌教学、科研和推广的具有丰富耳类食用菌栽培实践经验人员合作编写而成。具体分工如下：第一～四章由牛贞福编写，第五～八章由晁岳江编写，第九～十章由

孙长兰编写，第十一章由国淑梅编写，第十二章由王猛编写，闵楚、王向阳、于安军参与了文字校对工作，最后由牛贞福统稿并进行了适当的补充和改写。

需要特别说明的是，本书所用药物及其使用剂量仅供读者参考，不可完全照搬。在实际生产中，所用药物学名、通用名与实际商品名称存在差异，药物浓度也有所不同，建议读者在使用每一种药物之前，参阅厂家提供的产品说明以确认药物用量、用药方法、用药时间及禁忌等。

由于编者水平有限，加之编写时间比较仓促，书中难免存在不足之处，敬请广大读者提出宝贵意见，以便再版时修正。

编　者


目 录

第三章 黑木耳高效栽培

第四章 毛木耳高效栽培

第五章　银耳高效栽培

第六章　榆耳高效栽培

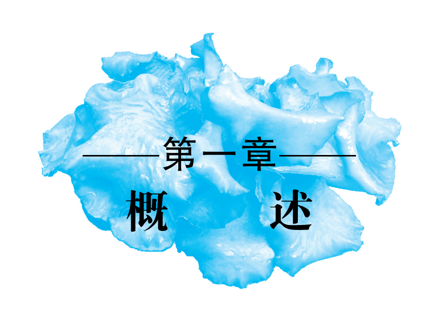
第七章　金耳高效栽培

第八章　血耳高效栽培

第九章 紫木耳高效栽培

第十章 大光木耳高效栽培

第十一章 病虫害诊断与防控



第一章 概 述

第一节 耳类食用菌的种类

目前，世界上有记载的具有食用价值的真菌有2000余种，其中常见种类有400～600种。食用菌的分类系统主要是以其形态结构、生理生化、遗传特性等为依据建立的，其中以子实体形态结构及孢子显微结构为最主要依据。

一 食用菌的分类

食用菌属于生物中的真菌界、真菌门中的担子菌亚门和子囊菌亚门（图1-1），其中约95%的食用菌属于担子菌亚门。其名称采用

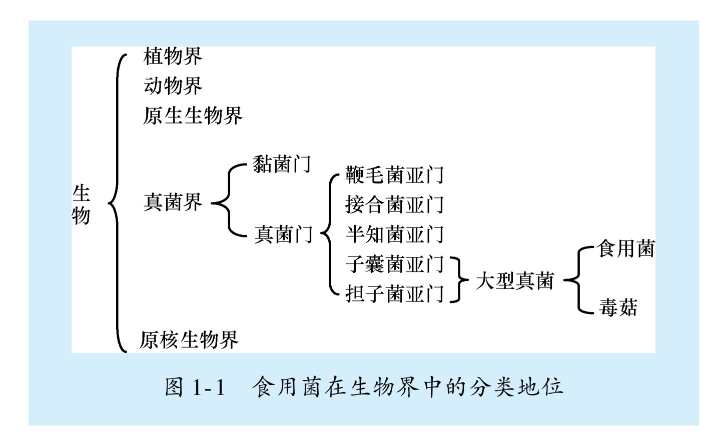


图1-1 食用菌在生物界中的分类地位



林奈创立的双名法，即由两个拉丁词和命名人构成，第一个词为属名，第二个词为种加词，最后加上命名人姓名的缩写，这样便保证了每一种食用菌有且只有一个学名。

【注意】 食用菌指真菌界中可供人食用的肉质、胶质或膜质的大型真菌，它仅为一种命名方式，而非分类学中的分类单位。

二 耳类食用菌的地位

目前日常见到的绝大多数食用菌及广泛栽培的食用菌均属于担子菌，它们大致可分为四大类群，即耳类、非褶菌类、伞菌类和腹菌类（图 1-2）。

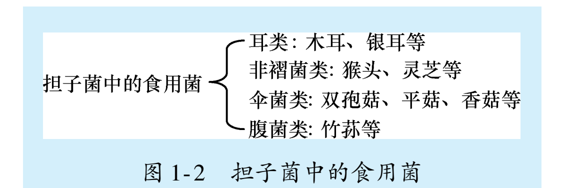


图 1-2　担子菌中的食用菌

耳类担子菌主要是指隶属于木耳目（Auriculariales）、银耳目（Tremellales）及花耳目（Dacrymycetales）的食用菌（彩图 1）。

（1）木耳目　该目中较为常见的种类有黑木耳、毛木耳、皱木耳及琥珀褐木耳等。其中黑木耳、毛木耳是著名的食用兼药用菌。

（2）银耳目　该目中较为常见的种类有银耳、金耳、茶耳、橙耳等，其中银耳和金耳也是著名的食用兼药用菌。

（3）花耳目　该目中较为常见的种类有桂花耳、黏胶角菌等。

三 耳类食用菌检索表

当遇到一种不知名的食用菌时，应当根据食用菌的形态特征，按检索表的顺序，逐一寻找该食用菌所处的分类地位。首先确定它属于哪个门、哪个纲和哪个目的食用菌，然后再继续查其分科、分属及分种。在运用检索表时，应该详细观察或解剖标本，了解各种器官，按检索表一项一项地仔细查对。对于完全符合的项目，继续

往下查找，直至检索到终点为止（表1-1、表1-2）。

表1-1　食用菌分类检索表

形状特征	分类
1. 子实体盘状、马鞍状或羊肚子状；孢子生于子囊之内 ………………	子囊菌亚门
1. 子实体多为伞状；孢子生于担子之上 ………………………………………	担子菌亚门
2. 子实体胶质，脑状、耳状、瓣片状，无柄，黏，担子具有分隔或分叉 ………………………………………………………………………	耳类
2. 子实体肉质、韧肉质、革质、脆骨质或膜质、木栓质。有柄或无柄，黏或不黏；担子不分隔 ……………………………………………………	3
3. 子实体革质、脆骨质或幼嫩时肉质，老熟后革质或硬而脆，子实层体平滑，齿状、刺状或孔状 ……………………………………………	非褶菌类
3. 子实体肉质，易腐烂；子实层体若为孔状，其子实体一定是肉质 ………	4
4. 子实体为典型伞状，子实层体常为褶状，罕为孔状 ……………	伞菌类
4. 子实体闭合，子实层不明显，或在孢子成熟前开始外露，或始终闭合 ………………………………………………………………	腹菌类

表1-2　常见耳类食用菌检索表

形状特征	分类
1. 子实体胶质或半革质，无柄；担子具有纵或横的分隔 ……………………………	2
2. 子实体花叶状或脑状，白色或橙黄色；担子卵圆形，具有纵隔 ……………	3
3. 子实体花叶状，白色 ………………………………………………………	银耳
3. 子实体脑状，橙黄色 ………………………………………………………	金耳
2. 子实体耳壳状至近杯状，黑色至黑褐色，偶尔带丁香紫色；担子柱棒状，具有横隔 ………………………………………………………………………	4
4. 子实体黑色，较薄，背面无明显的毛 …………………………………	黑木耳
4. 子实体黑褐色，偶尔带丁香紫色，背面多具较明显的黄褐色毛 …	毛木耳



第二节　耳类食用菌的生长发育条件

一　耳类食用菌的营养类型

根据自然状态下食用菌营养物质的来源，可将食用菌分为腐生、共生和寄生三种不同的营养类型。根据腐生型食用菌适宜分解的培养基质不同和生活环境的差异，可分为木腐型（木生型）、土生型和

粪草生型三个生态类群。

耳类食用菌属木腐型，该类食用菌不侵染活的树木，多生长在枯木朽枝上，以木质素为优先利用的碳源，也能利用纤维素。常在枯木的形成层生长，使木材变腐充满白色菌丝，耳类食用菌可用段木、木屑等原料栽培。

二 耳类食用菌对营养的需求

1. 碳源

碳源是构成食用菌细胞和代谢产物中碳来源的营养物质，也是食用菌生命活动所需要的能量来源，是食用菌最重要的营养源之一。食用菌吸收的碳素大约有20%用于合成细胞物质，80%用于分解产生维持生命活动所必需的能量。碳素也是食用菌子实体中含量最多的元素，占子实体干重的50%～60%。因此，碳源是食用菌生长发育过程中需要量最大的营养物质。

耳类食用菌主要利用单糖、双糖、半纤维素、纤维素、木质素、淀粉、果胶、有机酸和醇类等。单糖、有机酸和醇类等小分子碳化物可以直接吸收利用，其中葡萄糖是利用最广泛的碳源。而纤维素、半纤维素、木质素、淀粉、果胶等大分子碳水化合物，需在酶的催化下水解为单糖后，才能被吸收利用。生产中食用菌的碳源物质除葡萄糖、蔗糖等简单的糖类之外，其他主要来源于各种富含纤维素、半纤维素的植物性原料，如木屑、玉米芯、棉籽壳等。这些原料多为农产品的下脚料，具有来源广泛、价格低廉的优点。

木屑、玉米芯等大分子碳化合物分解较慢，为促使接种后的菌丝体很快恢复创伤，使食用菌在菌丝生长初期也能充分吸收碳素，在生产拌料时适当地加入一些葡萄糖、蔗糖等容易吸收的碳源，作为菌丝生长初期的辅助碳源，可促进菌丝的快速生长，并可诱导纤维素酶、半纤维素酶及木质素酶等胞外酶的产生。



【注意】 加入辅助碳源的量不宜太多，一般糖的含量为0.5%～2%，否则可能导致质壁分离，引起细胞失水。

2. 氮源

氮源是指构成细胞的物质或代谢产物中氮素来源的营养物质，



是合成食用菌细胞蛋白质和核酸的主要原料，对生长发育有着重要作用，一般不提供能量，是除碳源以外最重要的营养物质之一。

耳类食用菌主要利用各种有机氮，如氨基酸、蛋白胨等。氨基酸等小分子有机氮可被菌丝直接吸收，而大分子有机氮则必须通过菌丝分泌的胞外酶将其分解成小分子的有机氮后才能够被吸收。生产上常用蛋白胨、氨基酸、酵母膏等作为母种培养基的氮源，而在原种和栽培种培养基中，多由含氮高的物质提供氮素，用小分子无机氮或者有机氮作为补充氮源。

培养基中氮的含量对食用菌的生长发育影响较大。一般在菌丝生长阶段要求含氮量较高，培养基中氮含量以 0.016%～0.064% 为宜，若含氮量低于 0.016%，菌丝生长就会受阻。子实体发育阶段对氮含量的要求略低于菌丝生长阶段，一般为 0.016%～0.032%，含氮量过高会导致菌丝徒长，抑制子实体发生及生长。

耳类食用菌生长发育过程中，碳源和氮源的比例要适宜。食用菌正常生长发育所需的碳源和氮源的比例称为碳氮比（C/N）。一般而言，食用菌菌丝生长阶段所需碳氮比较小，以(15～20)∶1为宜；子实体发育阶段要求碳氮比较大，以（30～40)∶1 为宜。若碳氮比过大，菌丝生长缓慢，难以高产；若碳氮比过小，容易导致菌丝徒长而不易出菇。不同菌类的最适碳氮比也有不同，如黑木耳的最适碳氮比为 20∶1，而榆耳则为（24～30)∶1。

3. 矿质元素

矿质元素是构成细胞和酶的成分，并在调节细胞与环境的渗透压中起作用，根据其在菌丝中的含量可分为大量元素和微量元素两类。



磷、硫、钾、钙、镁为大量元素，其主要功能是参与细胞物质的构成及酶的构成、维持酶的作用、控制原生质胶态和调节细胞渗透压等。在食用菌生产中，可向培养料中加入适量的磷酸二氢钾、磷酸氢二钾、石膏、硫酸镁来满足食用菌生长的需求。

微量元素包括铁、铜、锌、钴、锰、钼、硼等，它们是酶活性基的组成成分或酶的激活剂。其需求量极少，培养基中的含量为 1mg/kg 左右即可。一般营养基质和天然水中的微量元素含量就可以



满足食用菌的生长需要，不需要另行添加，若过量加入则对食用菌有抑制或毒害作用。

木屑、作物秸秆及畜粪等生产用料中的矿质元素含量一般可以满足食用菌生长发育的要求，但在生产中常添加石膏1%～3%、过磷酸钙1%～5%、生石灰1%～2%、硫酸镁0.5%～1%、草木灰等给予补充。

4. 维生素和生长因子

维生素是食用菌生长发育必不可少又用量甚微的一类特殊有机营养物质，主要起辅酶的作用，参与酶的组成和菌体代谢。由于天然培养基或半合成培养基使用的马铃薯、酵母粉、麦芽汁、麸皮、米糠等天然物质中各种维生素的含量非常丰富，因此一般不需要另行添加。但多数维生素在120℃以上的高温条件下易分解，因此对含维生素的培养基灭菌时，应防止灭菌温度过高和灭菌时间过长。

生长因子是促进食用菌子实体分化的微量营养物质，如核苷、核苷酸等，它们在代谢中主要发挥“第二信使”的作用。其中环腺苷酸（cAMP）具有生长激素的功能，在食用菌生长中极为重要。

三 耳类食用菌对环境的需求

1. 温度

（1）孢子萌发对温度的要求 多数耳类食用菌担孢子萌发的适温为20～30℃，在适温范围内，随着温度的升高，孢子的萌发率也升高，而一旦超出适温范围，萌发率则下降。低温状态下，孢子一般呈休眠状态，而在极端高温下，孢子则会死亡。

（2）菌丝体生长对温度的要求 多数耳类食用菌菌丝生长的温度范围是5～33℃，适宜温度为20～30℃。在实际生产中，为培育出健壮的菌丝体，常常将温度调至比菌丝最适生长温度略低2～3℃。

（3）子实体分化与发育对温度的要求 一般而言，无论何种食用菌，其子实体分化和发育的适温范围都比较窄，其最适温度比菌丝体生长的所需的最适温度低。如黑木耳菌丝生长的最适温度为22～26℃，而子实体分化的最适温度则为15～25℃。

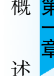
【提示】 根据子实体发育所需要的最适温度，可将耳类食用菌划分为两种温度类型，即中低温型和高温型。中低温型子实体分化的最高温度为28℃，最适温度在20～24℃之间，如黑木耳、银耳等，它们多在春、秋季发生。高温型子实体分化的最适温度为24～30℃，如毛木耳等，它们多在春末、夏初发生。

根据食用菌子实体分化时对温度变化的反应不同，又可把食用菌分为两种类型，即恒温结实型与变温结实型。有些种类的食用菌在子实体分化时，要求有一定的温差刺激才能形成子实体，这种类型的食用菌称为变温结实型食用菌，如香菇、平菇、杏鲍菇等。有些种类的食用菌子实体分化不需要温差，只要保持一定的恒温就能形成子实体，该类食用菌则称为恒温结实型食用菌，如黑木耳、银耳等。

2. 空气

空气是食用菌生长发育必不可少的重要生态因子，主要成分有氮气、氧气、氩气、二氧化碳等，其中氧气和二氧化碳对食用菌的影响最为显著。在正常情况下，空气中氧气含量占21%，二氧化碳含量占0.03%。耳类的食用菌都是好氧性的，但在不同的种类间及不同的发育阶段对氧的需求量是不同的。由于食用菌在生长中不断吸进氧气、呼出二氧化碳，加之培养料在分解中也不断放出二氧化碳，食用菌的生长环境极易造成二氧化碳积累和氧气不足，这往往对食用菌的生长发育有毒害作用。不同种类的食用菌和在不同生长阶段的同种食用菌，对氧气的需求及二氧化碳的耐受能力皆不同。





（1）空气对菌丝体生长的影响 一般而言，耳类食用菌菌丝体耐缺氧、耐高二氧化碳的能力比子实体强，在通气良好的培养料中均能良好生长。但如果培养料过于紧实，水分含量过高，其生长速度会显著降低。



【提示】在生产实践中，准确控制培养料的含水量和培养料的松紧度，可以维持菌丝周围的氧气含量，接种后加强培养室（菇房）的通风换气、及时排除废气、补充氧气是保证菌丝旺盛生长的关键所在。

（2）空气对子实体生长发育的影响 空气对耳类食用菌子实体生长发育的影响，一方面表现为子实体分化阶段的“趋氧性”。袋栽木耳时，若木耳在袋上开口，菌丝就很容易从接触空气的开口部位生长出子实体。另一方面表现为子实体生长发育阶段对二氧化碳的“敏感性”。出菇阶段由于呼吸作用逐渐加强，需氧量和二氧化碳排放量不断增加，累积到一定量的二氧化碳会使耳片发育受阻，形成珊瑚状畸形耳。

3. 水分

（1）耳类食用菌的含水量及其影响因素 耳类食用菌菌丝中的含水量一般为70%～80%，子实体（鲜）的含水量可达到80%～90%。影响耳类食用菌含水量的外界因素主要包括培养料含水量、空气相对湿度、通风状况等，其中大部分水分来自于培养料。培养料的含水量是影响出耳的重要因子；空气相对湿度直接影响培养料水分的蒸发和子实体表面的水分蒸发，适当的空气相对湿度，能够促进子实体表面的水分蒸发，从而促进菌丝体中的营养向子实体转移，又不会使子实体表面干燥，导致子实体干缩。

（2）耳类食用菌对环境水分的要求 耳类食用菌属喜湿性菌类，对高湿有较强的适应性。耳类食用菌在菌丝体生长阶段一般要求培养料的含水量为60%～65%，段木栽培要求段木的含水量在40%左右。若含水量不适宜，均会对菌丝生长产生不良的影响，最终导致减产或栽培失败。若培养料的含水量为45%～50%，菌丝生长快，但多稀疏无力、不浓密；若培养料的含水量为70%左右，菌丝生长缓慢，对杂菌的抑制力弱，培养料会变酸发出臭味，菌丝停止生长。

耳类食用菌在菌丝生长阶段要求的空气相对湿度为60%～70%，这样的空气环境有利于菌丝的生长，但不利于杂菌的滋生；子实体生长阶段对空气相对湿度的要求则高得多，一般为85%～90%，空

气相对湿度低会使培养料表面大量失水，阻碍子实体的分化，严重影响食用菌的品质和产量；但也不宜超过95%，否则容易引起杂菌污染。

4. 酸碱度

适合耳类菌丝生长的pH一般在3～8之间，以4～6为宜。不同类型食用菌的最适pH存在差异，一般木腐菌类生长适宜的pH为4～6。

【注意】 菌丝生长的最适pH并不是配制培养基时所需配制的pH。这主要是因为培养基在灭菌过程中及菌丝生长代谢过程中会积累酸性物质，如乙酸、柠檬酸、草酸等，这些有机酸的积累会导致培养基pH的下降。因此，在配制培养基时应将pH适当调高，生产中，常向培养料中加入一定量的新鲜石灰粉，将pH调至8～9。

5. 光照

（1）光照对菌丝体生长的影响 耳类食用菌的菌丝体在完全黑暗的条件下生长发育良好，光线反而对菌丝生长起抑制作用，光照越强，菌丝生长越缓慢。日光中的紫外线有杀菌作用，可以直接杀死菌丝。光照也使水分蒸发快，空气相对湿度降低，对食用菌生长是不利的。除此之外，光照可使培养料中的某些成分发生光化学反应产生有毒物质而抑制菌丝生长。

（2）光照对子实体生长发育的影响 耳类食用菌在子实体生长发育阶段需要一定的散射光或部分直射光。光照除对耳类食用菌的子实体分化有诱导作用外，还能影响子实体的色泽，如黑木耳只有在250～1000lx的光照强度下才出现正常的黑褐色。





第二章 耳类食用菌的菌种制作

第一节 菌种概述

一 菌种的概念

《食用菌菌种管理办法》已于2006年3月16日经农业部第八次常务会议审议通过，自2006年6月1日起施行。《食用菌菌种管理办法》中所称菌种是指食用菌菌丝体及其生长基质组成的繁殖材料。食用菌菌种原意是指孢子（相当于植物的种子），但在实际生产中，常将经过人工培养的纯菌丝体连同培养基质一同叫作菌种。所以，食用菌菌种就定义为经人工培养用于繁殖的菌丝体或孢子。

二 菌种分级

我国食用菌菌种按照生产过程可分为母种（一级种）、原种（二级种）和栽培种（三级种）3级。

（1）母种 经各种方法选育得到的，具有结实性的菌丝体纯培养物及其继代培养物，以玻璃试管为培养容器和使用单位，也称一级种、斜面菌种或试管菌种。根据不同的使用目的，可将母种分为保藏母种、扩繁母种和生产母种等。

除单孢子分离外，一般获得的母种纯菌丝具有结实性。由于获得的母种数量有限，常将菌丝再次转接到新的斜面培养基上，可获得更多的母种，称为再生母种。一支母种可转成10多支再生母种。

（2）原种 用母种在谷物、木屑、粪草等天然固体培养基上扩

大繁殖而成的菌丝体纯培养物，也叫二级种。原种常以透明的玻璃瓶（650～750mL）或塑料菌种瓶（850mL）或聚丙烯塑料袋（15cm×28cm）为培养容器和使用单位，原种用来繁育栽培种或直接用于栽培。

（3）栽培种 用原种在天然固体培养基上扩大繁殖而成的、可直接作为栽培基质种源的菌种，也叫三级种。栽培种常以透明的玻璃瓶、塑料瓶或塑料袋为培养容器和使用单位。栽培种只能用于生产栽培，不可再次扩大繁殖成菌种。

我国食用菌菌种繁育主要采用三级菌种繁育体系，即采用母种生产原种、原种生产栽培种、栽培种再用于生产的菌种繁育体系。

三 菌种类型

1. 固体菌种

生长在固体培养基上的食用菌菌种称为固体菌种，可分为母种、原种和栽培种三类。目前，我国食用菌生产上使用的各级商品菌种都是固体菌种，如以试管作为容器的斜面母种，以菌种瓶（袋）为容器的原种和栽培种。固体菌种的母种大多采用 PDA 试管培养基，固体菌种的原种和栽培种大多采用木屑培养基，也有采用其他类型固体菌种的。

耳类食用菌的固体菌种主要有以下几种类型：PDA 试管菌种、谷粒菌种、棉籽壳菌种、木块菌种、木屑菌种、颗粒菌种和复合料菌种，各类型都有各自的优缺点。

（1）PDA 试管菌种 它是指将经孢子分离法或组织分离法得到的纯培养物，移接到试管斜面培养基上培养而得到的纯菌丝菌种。

（2）谷粒菌种 它是指用小麦、玉米、高粱或谷子等作物籽实做培养基生产的食用菌菌种，其优点是菌丝生长健壮、生命力强、发菌快，在基质中扩展迅速；缺点是存放时间不宜太长，否则易老化。

（3）棉籽壳菌种 棉籽壳营养丰富，颗粒分散，所制菌种的抗污染性、抗高温性好，因而日益受到菇农欢迎。

（4）木屑菌种 它是指利用阔叶树木屑作为培养基制作的食用菌菌种，具有生产工艺简单、成本低廉、原材料来源广泛和包装运





输方便等优点。

(5) 复合料菌种 它是指利用两种或两种以上主要原料作为培养基制作的食用菌菌种，一般常用木屑、棉籽壳、玉米芯等原料按照一定比例进行混合而成，复合料菌种的优点是营养丰富、全面，菌丝生长情况好，接种后适应性好。

2. 液体菌种

液体菌种是用液体培养基，在生物发酵罐中，通过深层培养（液体发酵）技术生产的液体形态的食用菌菌种。液体指的是培养基的物理状态，液体深层培养就是发酵工程技术。当前，已经有相当数量的食用菌生产企业（含工厂化生产企业）采用液体菌种生产食用菌栽培袋，取得了良好的经济效益和生态效益。

第二节 菌种制作的设施、设备

一 配料加工、分装设备

1. 原材料加工设备

(1) 秸秆粉碎机 用于农作物秸秆的切断（如玉米秸秆、玉米芯、棉柴），以便进一步粉碎或直接使用的机械。

(2) 木屑机 将阔叶树或硬杂木的枝丫切成片，然后经过粉碎机粉碎，作为食用菌的生产原料（图 2-1、图 2-2）。

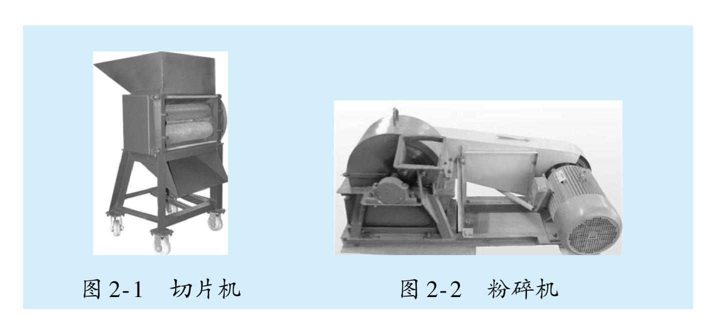


图 2-1 切片机　　图 2-2 粉碎机

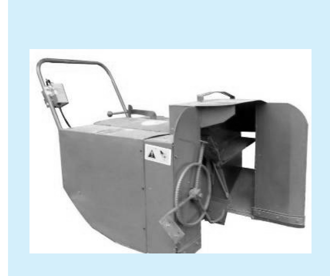
2. 配料分装设备

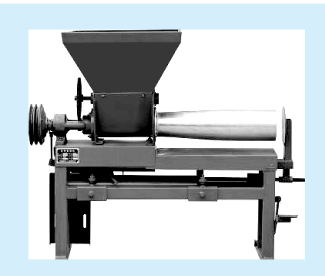
(1) 拌料机 拌料机用来替代人工拌料的机械，是指把主料和辅料加适量水进行搅拌，使之均匀混合的机械（图 2-3）。

（2）装瓶装袋机 家庭生产采用小型立式装袋机或小型卧式多功能装袋机；工厂化生产可以采用大型立式冲压式装袋机。

1）小型立式装袋机：小型立式装袋机主要是指把拌好的培养料填装到一定规格的塑料袋内，一般每小时可以装250～300袋（图2-4）。其优点是装袋紧实，中间通气孔可打到袋底，装袋质量好，速度快；缺点是只能装一种规格的塑料袋。


扫码看实作

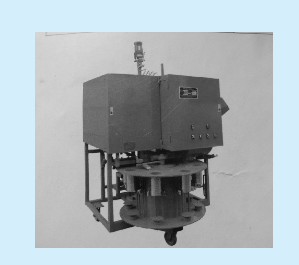

图2-3 拌料机


图2-4 小型立式装袋机

2）小型卧式多功能装袋机：小型卧式多功能装袋机主要是指把拌好的培养料填装到各种规格的塑料袋内，一般每小时可装200袋（图2-5）。其优点是各种食用菌栽培都可以使用，料筒和搅龙可以根据菌袋规格进行更换；缺点是装袋质量和速度受操作人员的熟练程度影响较大，一般栽培食用菌种类较多时可以选用。

3）大型立式冲压式装袋机：大型立式冲压式装袋机与小型立式装袋机的原理基本相同（图2-6），但是需要与拌料机、传送装置一


图2-5 小型卧式多功能装袋机


图2-6 大型立式冲压式装袋机





起使用，而且是连续作业，一般每小时可以装1200袋，多用于大型菌种厂或食用菌的工厂化生产。



扫码看实作



扫码看实作

二 灭菌设备

1. 高压灭菌设备

高压灭菌锅炉产生的饱和蒸汽压力大、温度高，能够在较短时间内杀灭杂菌，是因为高温（121℃）、高压使微生物因蛋白质变性失活而达到彻底灭菌的目的。

高压灭菌设备按照样式大小分为手提式高压蒸汽灭菌器（图2-7）、立式压力蒸汽灭菌器（图2-8）、卧式高压蒸汽灭菌器（图2-9）、高压灭菌柜（图2-10）等。



图2-7 手提式高压蒸汽灭菌器



图2-8 立式压力蒸汽灭菌锅



【注意】 菌种生产一般采用高压灭菌设备。

2. 常压灭菌设备

常压灭菌是通过锅炉产生强穿透力的热活蒸汽的持续释放，使内部培养基保持持续高温（100℃）来达到灭菌的目的。常压灭菌灶的建造根据各地习惯而异，一般包括蒸汽发生装置（图2-11）和灭菌池（图2-12）两部分。

3. 周转筐

食用菌生产过程中，为搬运方便和减少料袋扎孔或变形，目前

大多采用周转筐进行装盛。周转筐（图2-13）一般用钢筋或高压聚丙烯制成，周转筐应光滑，防止扎袋。其规格根据生产需要确定。


图2-9　卧式高压蒸汽灭菌器


图2-10　高压灭菌柜



图2-11　蒸汽发生装置示意图

三　接种设备

接种设备有接种帐、接种箱、超净工作台、接种机、简易蒸汽接种设备、离子风机及接种工具等。







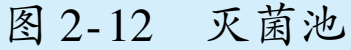

图 2-12　灭菌池



图 2-13　周转筐

1. 简易接种帐

简易接种帐是采用塑料薄膜制作而成，可以设在大棚内或房间内，规格分为大小两种，小型的规格为 2m × 3m，较大的规格为 (3 ~ 4) m × 4m，接种帐高度为 2 ~ 2.2m，过高不利于消毒和灭菌。接种帐随空间条件而设置，可随时打开和收起，一般采用高锰酸钾和甲醛熏蒸消毒（图 2-14）。

2. 接种箱

接种箱用木板和玻璃制成，接种箱的前后装有两扇能开启的玻璃窗，下方开两个圆洞，洞口装有袖套，箱内顶部装日光灯和 30W 紫外线灯各一盏，有的还装有臭氧发生装置（图 2-15）。接种箱的容积一般以能放下 80 ~ 150 个菌袋为宜，适合于一家一户小规模生产使用，也适合小型菌种厂制种使用。



图 2-14　接种帐



图 2-15　接种箱

3. 超净工作台

超净工作台的原理是在特定的空间内，室内空气经预过滤器初滤，由小型离心风机压入静压箱，再经空气高效过滤器二级过滤，从空气高效过滤器出风面吹出的洁净气流具有一定的和均匀的断面风速，可以排除工作区原来的空气，将尘埃颗粒和生物颗粒带走，以形成无菌的、高洁净的工作环境（图2-16）。从气流流向分为垂直流超净工作台和水平流超净工作台两种；超净工作台从操作人员数上分为单人工作台（单面、双面）和双人工作台（单面、双面）两种。

4. 接种机



接种机也分许多种，简单的离子风式的接种机（图2-17），可以摆放在桌面上，可以将前方25cm左右的面积都处理成无菌状态，方便接种操作。还有适合工厂化接种的百级净化接种机，其接种空间达到百级净化，实现接种无污染，保证接种率。



图2-16　超净工作台

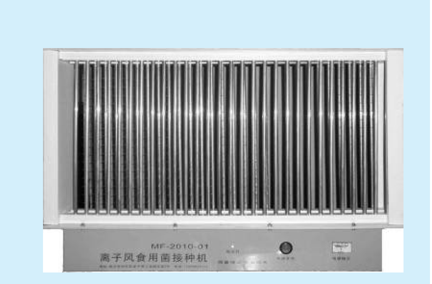


图2-17　离子风机

5. 简易接种室

接种室又称无菌室，是指分离和移接菌种的小房间，实际上就是扩大的接种箱。



【提示】

① 接种室应分里外两间，里间为接种间，面积一般为 5～6m^2，外间为缓冲间，面积一般为 2～3m^2。两间的门不宜对开，出入口要求装上推拉门。其高度均为 2～2.5m。接种室不宜过大，否则不易保持无菌状态。

② 房间里的地板、墙壁、天花板要平整、光滑，以便擦洗消毒。

③ 门窗要紧密，关闭后与外界空气隔绝。

④ 房间最好设有工作台，以便放置酒精灯、常用接种工具等。

⑤ 工作台上方和缓冲间天花板上安装能任意升降的紫外线杀菌灯和日光灯。

6. 接种车间

接种车间是扩大的接种室，室内一般放置多个接种箱或超净工作台，一般在食用菌工厂化生产企业中较为常见（图 2-18）。



图 2-18　接种车间

7. 接种工具

接种工具是主要用于菌种分离和菌种移接的专用工具，包括接种铲、接种针、接种环、接种钩、接种匙、接种刀、接种棒、镊子及液体菌种用的接种枪等（图 2-19）。

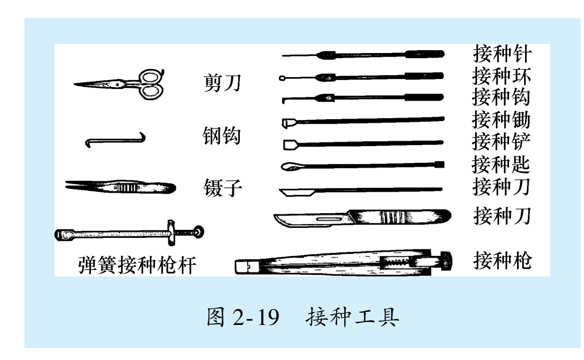


图 2-19　接种工具

四 培养设备

培养设备是进行食用菌生产必不可少的设备，主要是指食用菌接种后用于培养菌丝体的设备，主要包括恒温培养箱、培养架和培养室等，液体菌种还需要摇床和发酵罐等设备。

1. 恒温培养箱

恒温培养箱是主要用来培养试管斜面母种和原种的专用电器设备，因为它可以根据不同食用菌菌丝生长的温度要求进行恒温培养，所以又叫“电热恒温培养箱”。

2. 培养室及培养架

一般栽培和制种规模比较大时采用培养室和培养架（图 2-20）培养菌种。培养室面积一般为 20 ~ 50m^2。培养室内采用温度控制仪或空调等控制温度，同时安装换气扇，以保持培养室内的空气清新。培养室内一般设置培养架，架宽 45cm 左右，上下层之间距离 55cm 左右，培养架一般设 4 ~ 6 层，架与架之间距离为 60cm。

五 培养料的分装容器

1. 母种培养基的分装容器

母种培养基的分装主要用玻璃试管、漏斗、玻璃分液漏筒、烧杯、玻璃棒等。试管规格以外径（mm）× 长度（mm）表示，在食用菌生产中一般使用 18mm × 180mm、20mm × 200mm 的试管。

2. 原种及栽培种的分装容器

原种及栽培种生产主要用塑料瓶、玻璃瓶、塑料袋等容器。原种一般采用容积为 850mL 以下、耐 126℃高温的无色或近无色的、瓶口直径≤4cm 的玻璃瓶或近透明的耐高温塑料瓶（图 2-21），或采用 15cm × 28cm、耐 126℃高温的聚丙烯塑料袋；栽培种除可使用同原种一样的容器外，还可使用≤17cm × 35cm、耐 126℃高温符合 GB 9688 卫生规定的聚丙烯塑料袋。

六 封口材料

食用菌生产的封口材料一般有套环（图 2-22）、无棉盖体（图 2-23）、棉花、扎口绳等。




图 2-20　培养架


图 2-21　塑料菌种瓶

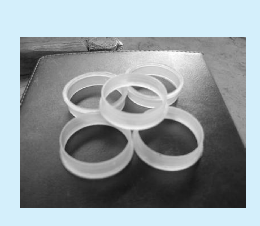

图 2-22　套环


图 2-23　无棉盖体

七 生产环境调控设备

食用菌生产环境调控设备有制冷压缩机、制冷机组、冷风机、空调机、加湿器等设备。

八 菌种保藏设备

菌种保藏设备有低温冰箱、超低温冰箱和液氮冰箱三类，生产上一般采用低温冰箱保藏，其他两种设备一般用于科研院所菌种的长期保藏。

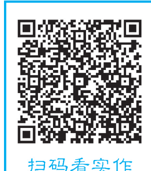
九 液体菌种生产设备

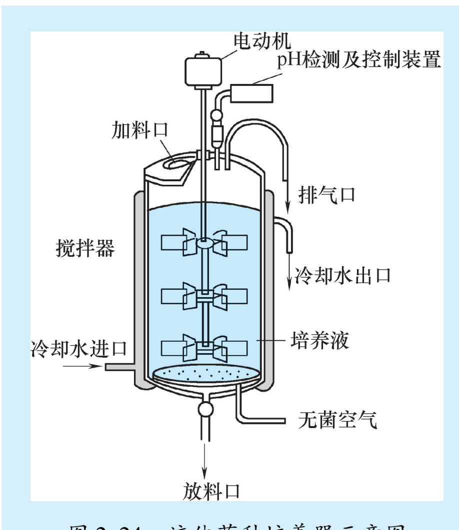
1. 液体菌种培养器

液体菌种培养器是指用于制备食用菌液体菌种的发酵设施装备，它利用生物发酵原理，给菌丝体生长提供一个最佳的营养、酸碱度、温度、供氧量环境，使菌丝快速生长，迅速扩繁，在短时间内达到

一定的菌球数量，完成一个发酵周期。

液体菌种培养器主要由罐体、空气过滤器、电子控制柜等几部分组成（图 2-24、图 2-25）。罐体部分包括各种阀门、压力表、安全阀、加热棒、视镜等；空气过滤器包括空气压缩机、滤壳、滤芯、压力表等；电子控制柜主要是电路控制系统，该系统采用微型计算机来控制灭菌时间、灭菌温度、培养状态及培养时间。





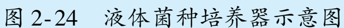

图 2-24　液体菌种培养器示意图


图 2-25　液体菌种培养器

2. 摇床

在食用菌生产中，也可使用摇床生产少量液体菌种（图 2-26）。


图 2-26　摇床

液体菌种是采用生物培养（发酵）设备，通过液体深层培养（液体发酵）的方式生产食用菌菌球，作为食用菌栽培的种子。液体菌种是用液体培养基在发酵罐中通过深层培养技术生产的液体





食用菌菌种，具有试管、谷粒、木屑、棉籽壳、枝条等固体菌种不可比拟的物理性状和优势。

第三节　固体菌种的制作

一　母种生产

1. 常用的斜面母种培养基配方

（1）常用培养基

1）马铃薯葡萄糖琼脂培养基（PDA）配方：马铃薯（去皮）200g，葡萄糖20g，琼脂18～20g，水1000mL。

2）马铃薯蔗糖琼脂培养基（PSA）配方：马铃薯（去皮）200g，蔗糖20g，琼脂18～20g，水1000mL。

3）马铃薯葡萄糖蛋白胨琼脂培养基配方：马铃薯（去皮）200g，蛋白胨10g，葡萄糖20g，琼脂20g，水1000mL。

4）马铃薯麦芽糖琼脂培养基配方：马铃薯（去皮）300g，麦芽糖10g，琼脂18～20g，水1000mL。

5）马铃薯综合培养基配方：马铃薯（去皮）200g，磷酸二氢钾3g，维生素 B_1 2～4片，葡萄糖20g，硫酸镁1.5g，琼脂20g，水1000mL。

（2）木腐菌种培养基

1）麦芽浸膏10g，酵母浸膏0.5g，硫酸镁0.5g，硝酸钙0.5g，蛋白胨1.5g，麦芽糖5g，磷酸二氢钾0.25g，琼脂20g，水1000mL。

2）麦芽浸膏10g，硫酸铁0.1g，硫酸镁0.1g，琼脂20g，磷酸铵1g，硝酸铵1g，硫酸锰0.05g，水1000mL。

3）酵母浸膏15g，磷酸二氢钾1g，硫酸钠2g，蔗糖10～40g，麦芽浸膏10g，氯化钾0.5g，硫酸镁0.05g，硫酸铁0.01g，琼脂15～25g，水1000mL。

4）酵母浸膏2g，蛋白胨10g，硫酸镁0.5g，葡萄糖20g，磷酸二氢钾1g，琼脂20g，水1000mL。

（3）保藏菌种培养基

1）玉米粉酵母膏葡萄糖琼脂培养基配方：玉米粉50g，葡萄糖10g，酵母膏10g，琼脂15g，水1000mL。

2）玉米粉琼脂培养基配方：玉米粉30g，琼脂20g，水1000mL。

3）蛋白胨酵母膏葡萄糖培养基配方：蛋白胨10g，葡萄糖1g，酵母膏5g，琼脂20g，水1000mL。

4）完全培养基配方：硫酸镁0.5g，磷酸氢二钾1g，葡萄糖20g，磷酸二氢钾0.5g，蛋白胨2g，琼脂15g，水1000mL。

2. 母种培养基的配制

（1）材料准备 选取无芽、无变色的马铃薯，洗净去皮，称取200g，切成1cm左右的小块。同时准确称取好其他材料。酵母粉用少量温水溶化。

（2）热浸提 将切好的马铃薯小块放入1000mL水中，煮沸后用文火保持30min。

（3）过滤 煮沸30min后用4层纱布过滤。

（4）琼脂溶化 若使用琼脂粉则事先溶于少量温水中，然后倒入培养基浸出液中溶化。若使用琼脂条可先剪成2cm长的小段，用清水漂洗2次后除去杂质。煮琼脂时要多搅拌，直至完全溶化。

（5）定容 琼脂完全溶化后，将各种材料全部加入液体中，不足时加水定容至1000mL，搅拌均匀。

（6）调节pH 定容后，用pH试纸测定培养基的pH。当pH偏高时，可用柠檬酸或醋酸（乙酸）下调；当pH偏低时，可用氢氧化钠、碳酸钠或石灰水调高。我国大部分地区水质自然，pH为6.2～6.8，不需要再调节。


扫码看实作

（7）分装 选用洁净、完整、无损的玻璃试管，调节好pH后进行分装。分装装置可用带铁环和漏斗的分装架或灌肠桶。分装时，试管应垂直于桌面。

> **【注意】** 不要使培养基残留在近试管口的壁上，以免日后污染，一般培养基装量为试管长度的1/5～1/4。

分装完毕后，塞上棉塞，棉塞选用干净的梳棉制作，不能使用脱脂棉。棉塞长度为3～3.5cm，塞入管内1.5～2cm，外露部分1.5cm左右，松紧应适度，以手提外露棉塞试管不脱落为度。然后





将 7 支试管捆成一捆，用双层牛皮纸将试管口一端包好扎紧。


扫码看实作


扫码看实作


扫码看实作

（8）灭菌 灭菌是试管培养基制备的重要环节，灭菌彻底与否，关系到培养基制作成功与否。灭菌前，先检查锅内水分是否足量，如果水分不足，要先加足水分，然后将分装包扎好的试管直立放入灭菌锅套桶中，盖上锅盖，对角拧紧螺栓，关闭放气阀，开始加热。严格按照灭菌锅使用说明进行操作，在 0.11～0.12MPa 压力下保持 30min。

（9）摆斜面 待压力自然降压至 0MPa 时，打开锅盖，一般情况下，高温季节打开锅盖后自然降温 30～40min，低温季节自然降温 20min 后再摆放斜面。如果立即摆放斜面，由于温差过大，试管内易产生过多的冷凝水。所以，为防止试管内形成过多冷凝水，不宜立即摆放斜面。斜面长度以斜面顶端距离棉塞 40～50mm 为标准。

【注意】 斜面摆放好后，在培养基凝固前，不宜再行摆动。为防止斜面凝固过快，在斜面上方试管壁形成冷凝水，一般在摆好的试管上覆盖一层棉被，低温季节尤其注意。

（10）无菌检查 灭菌后的斜面培养基应进行无菌检查。母种培养基随机抽取 3%～5% 的试管，置于 28℃ 恒温培养箱中 48h 后检查，无任何微生物长出的为灭菌合格，即可使用。没有用完的试管斜面用纸包好，保存在清洁干燥处，以后随时可用。

3. 母种接种

（1）接种前准备

1）接种前，工作人员穿好工作服，戴好口罩、工作帽，必须彻底清理打扫接种室（箱），经喷雾及熏蒸消毒，使其成为无菌状态。

2）清洗干净接种工具，一般为金属材料的针、刀、耙、铲、钩。

3）用肥皂水洗手，擦干后再用70%～75%的酒精棉球擦拭双手、菌种试管及一切接种用具。

4）可事先在试管上贴上标签，注明菌名、接种日期等。

5）将接种所需物品移入超净工作台（接种箱），按工作顺序放好，检查是否齐全，并用5%石炭酸（苯酚）溶液重点在工作台上方附近的地面上喷雾消毒，打开紫外线灯照射灭菌30min。

（2）接种

1）关闭紫外线灯（如果需开日光灯，需间隔20min以上），用75%酒精棉球擦拭双手和母种外壁，并点燃酒精灯，因为火焰周围10cm的区域为无菌区，在无菌区接种可以避免杂菌污染。

2）将菌种和斜面培养基的两支试管用大拇指和其他四指握在左手中，使中指位于两试管之间的部分，斜面向上并使它处于水平位置，先将棉塞用右手拧转松动，以利于接种时拔出。

3）右手拿接种钩，在火焰上方将工具灼烧灭菌，凡在接种时要进入试管的部分，都用火焰灼烧灭菌，操作时要使试管口靠近酒精灯火焰。

4）用右手小拇指、无名指、中指同时拔掉两支试管的棉塞，并用手指夹紧，用火焰灼烧管口，灼烧时应不断转动试管口，以杀灭试管口可能沾染上的杂菌。

5）将烧过并经冷却后的接种钩伸入菌种管内，去除上部老化、干瘪的菌丝块，然后取0.5cm×0.5cm大小的菌块，迅速将接种钩抽出试管，注意不要使接种钩碰到管壁。

6）在火焰旁迅速将接种钩伸进待接种试管，将挑取的菌块放在斜面培养基的中央。注意不要把培养基划破，也不要使菌种沾在管壁上。

7）抽出接种钩，灼烧管口和棉塞，并在火焰旁将棉塞塞上。每接3～5支试管，要将接种钩在火焰上再次灼烧灭菌，以防大面积污染。


扫码看实作


扫码看实作



4. 培养

（1）恒温培养 接种完毕，将接好的试管菌种放入22～24℃的恒温培养箱中培养。

（2）污染检查 在菌种培养过程中，接种后2天内要检查一次接种后杂菌污染的情况，若在试管斜面培养基上发现有绿色、黄色、黑色等，不是白色、生长整齐一致的斑点、块状杂菌，应立即剔除。以后每2天检查一次。挑选出菌丝生长致密、洁白、健壮，无任何杂菌感染的试管菌种，长满试管后放于2～4℃的冰箱中保存。

二 原种、栽培种生产

1. 常见培养基及制作

（1）以棉籽壳为主料培养基

1）棉籽壳培养基配方：

① 棉籽壳99%，石膏1%，含水量60%±2%。

② 棉籽壳84%～89%，麦麸10%～15%，石膏1%，含水量60%±2%。

③ 棉籽壳54%～69%，玉米芯20%～30%，麦麸10%～15%，石膏1%，含水量60%±2%。

④ 棉籽壳54%～69%，阔叶木屑20%～30%，麦麸10%～15%，石膏1%，含水量60%±2%。

2）棉籽壳培养基制作：先按配方的比例计算出需要的原料的量，称取原料。将糖溶于适量水中加入，再加入适量的水。适宜含水量的简便检验方法是用手抓一把加水拌匀后的培养料紧握，当指缝间有水但不滴下时，料内的含水量为适度。

（2）以木屑为主料培养基

1）木屑培养基配方：

① 阔叶树木屑78%，麸皮或米糠20%，蔗糖1%，石膏1%，含水量58%±2%。

② 阔叶树木屑63%，棉籽壳15%，麸皮20%，糖1%，石膏1%，含水量58%±2%。

③ 阔叶树木屑63%，玉米芯粉15%，麸皮20%，糖1%，石膏1%，含水量58%±2%。

2）木屑培养基制作：方法参见棉籽壳培养基制作。

（3）谷粒培养基

1）谷粒培养基配方：小麦 93%，杂木屑 5%，石灰或石膏粉 2%。

2）谷粒培养基制作：小麦过筛，除去杂物，再放入石灰水中浸泡，使其吸足水分，捞出后放入锅中用水煮至麦粒无白心为止（吸足水分）。趁热摊开，凉至麦粒表面无水膜（用手抓麦粒不粘手），加入石膏、拌匀，然后装瓶、灭菌。

（4）木块木条培养基

1）木块木条培养基配方：

① 木条培养基：木条 85%，木屑培养基 15%。常用于塑料袋制栽培种，故通常称为木签菌种。

② 楔形和圆柱形木块培养基：木块 84%，阔叶树木屑 13%，麸皮或米糠 2.8%，白糖 0.1%，石膏粉 0.1%。

③ 枝条培养基：枝条 80%，麸皮或米糠 19.9%，石膏粉 0.1%。

2）木块木条培养基制作：

① 木条培养基制作：先将木条在 0.1% 多菌灵溶液中浸 0.5h，捞起稍沥水后即放入木屑培养基中翻拌，使其均匀地粘上一些木屑培养基即可装瓶。装瓶时尖头要朝下，最后在上面铺约 1.5cm 厚的木屑培养基即可。

② 楔形和圆柱形木块培养基制作：先将木块浸泡 12h，将木屑按常规木屑培养料的制作方法调配好，然后将木块倒入木屑培养基中拌匀、装瓶，最后再在木块面上盖一薄层木屑培养基按平即可。

③ 枝条培养基制作：选 1～2 年生、粗 8～12mm 的板栗、麻栎和梧桐等适生树种的枝条，先劈成两半，再剪成约 35mm 长、一头尖一头平的小段，投入 40～50℃ 的营养液中浸 1h，捞出沥去多余水分，与麸皮或米糠混匀，再用滤出的营养液调节含水量后加入石膏粉拌匀，即可装瓶、灭菌。其中营养液配方为：蔗糖 1%，磷酸二氢钾 0.1%，硫酸镁 0.1%，混匀后溶于水即可。

2. 培养基灭菌

（1）高压灭菌 木屑培养基和草料培养基在 0.12MPa 条件下灭





菌 1.5h 或 0.14～0.15MPa 下灭菌 1h；谷粒培养基、粪草培养基和种木培养基在 0.14～0.15MPa 条件下灭菌 2.5h。当灭菌量较大时，灭菌时间要适当延长。灭菌完毕后，应自然降压，不应强制降压。

（2）常压灭菌 常压灭菌是采用常压灭菌锅进行蒸汽灭菌的方法。锅内的水保持沸腾状态时的蒸汽温度一般可达 100～108℃，灭菌时间以袋内温度达到 100℃以上开始计时。常压灭菌要在 3h 之内使灭菌室温度达到 100℃，并保持 100℃ 10～12h，然后停火闷锅 8～10h 后出锅。母种培养基、原种培养基、谷粒培养基、粪草培养基和种木培养基，应高压灭菌，不应常压灭菌。常压灭菌操作要点如下。

1）迅速装料，及时进灶。菌种批量生产时每日投料量很大，如果安排不当，不能及时装料和进灶灭菌，料中存在的酵母菌、细菌、真菌等竞争性杂菌遇适宜条件迅速增殖，尤其是高温季节，如果装料时间过长，酵母菌、细菌等将基质分解，容易引起培养料的酸败，灭菌不彻底。因此，应集中人力，迅速完成拌料、装袋、装瓶工作，尽快将已装好的培养料进行灭菌。

2）菌种袋应分层放置。菌种袋堆叠过高，不仅难以透气，而且受热后的塑料袋相互挤压会粘连在一起，形成蒸汽无法穿透的“死角”。为了使锅内蒸汽充分流畅，菌种袋常采用顺码式堆放，每放 4 层，放置一层架隔开或直接放入周转筐中灭菌。

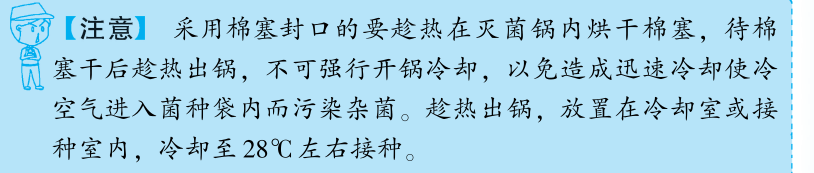
3）加足水量，旺火升温，高温足时。在常压灭菌过程中，如果锅内很长时间达不到 100℃，培养基的温度处于耐高温微生物的适温范围内，这些微生物就会在此时间内迅速增殖，严重的造成培养料酸败。因此，在常压灭菌中，用旺火攻头，使灭菌灶内温度在 3h 内达到 100℃，是取得彻底灭菌效果的关键因素之一。

蒸汽的热量首先被灶顶及四壁吸收，然后逐渐向中、下部传导，被料袋吸收。在一般火势下，要经过 4～6h 才能透入料袋中心，使袋中温度接近 100℃。所以整个灭菌过程中要始终保持旺火加热，最好在 4～6h 内要上大气。其间注意补水，防止烧干锅，但不可加冷水，一次补水不宜过多，应少量多次，一般每小时加水 1 次，不可停火。



4）灭菌时间达到后，停止加热，利用余热再

封闭 8～10h。待料温降至 50～60℃时，趁热移入冷却室内冷却。



【注意】 采用棉塞封口的要趁热在灭菌锅内烘干棉塞，待棉塞干后趁热出锅，不可强行开锅冷却，以免造成迅速冷却使冷空气进入菌种袋内而污染杂菌。趁热出锅，放置在冷却室或接种室内，冷却至28℃左右接种。

3. 接种

（1）接种场所

1）接种车间。一般是在食用菌工厂化生产的接种室配备菇房空间电场空气净化与消毒机，配合超净工作台进行接种。

2）接种室。应设在灭菌室和菌种培养室之间，以便培养基灭菌后可迅速移入接种室，接种后即可移入培养室，避免长距离搬运造成人力和时间的浪费，并招致污染。一般接种室的面积以 $6m^2$ 为宜，长 3m、宽 2m、高 2～3m。室内墙壁及地面要平整、光滑，接种室门通常采用左右移动的推拉门，以减少空气振动。接种室的窗户要采用双层玻璃窗内设黑色布帘，使得门窗关闭后能与外界空气隔绝，便于消毒。有条件的可安装空气过滤器。

3）塑料袋接种帐。用木条或铁丝做成框并用铁丝固定，再将薄膜焊成蚊帐状，然后罩在框架上，地面用木条压住薄膜，即可代替接种室使用。接种帐的容量大小，可根据生产需要而定。一般每次接种 500～2000 瓶（袋）。



4）接种箱。其主体为木质结构，侧面安装玻璃。要求关闭严密、无缝，便于密闭熏蒸消毒。可自行制造，其成本低，体积小，使用方便，大规模生产时，可多个接种箱同时接种。

（2）消毒灭菌 接种前 2 天把菌种瓶（袋）、灭菌后的培养基及接种工具放入接种室，然后进行消毒。密闭接种室，按每立方米空间用 10mL 甲醛溶液与 7g 高锰酸钾混合进行熏蒸消毒，24h 后打开门窗，完全散尽甲醛气体后方可进入接种。

接种前，先用 3% 的煤酚皂液或 5% 石炭酸水溶液喷雾消毒或使用气雾消毒剂熏蒸消毒 30min，使空气中微生物沉降，然后打开紫外线灯照射 30min。当操作者进入接种室时，要穿工作服、鞋套，戴上



帽子和口罩，操作前双手要用75%酒精棉球擦洗消毒，动作要轻缓，尽量减少空气流动。

（3）接种

1）原种接种。

① 接种前准备。先准备好清洁无菌的接种室及待接种的母种菌种、原种培养基和接种工具等，接种人员要穿上工作服，在试管母种接入原种瓶时，瓶装培养基温度要降到28℃以下方可接种。

② 点燃酒精灯，各种接种工具先经火焰灼烧灭菌。

③ 在酒精灯上方10cm无菌区轻轻拔下棉塞，立即将试管口倾斜，用酒精灯火焰封锁，防止杂菌侵入管内，用消毒过的接种钩伸入菌种试管，在试管壁上稍停留片刻使之冷却，以免烫死菌种，按无菌操作要求将试管斜面菌种横向切割6～8块。

④ 在酒精灯上方无菌区内，将待接菌瓶的封口打开，用接种钩取分割好的菌块，轻轻放入原种瓶内，立即封好口，一般每支母种可接5～6瓶原种。

2）栽培种接种。

① 接种前检查原种棉塞和瓶口的菌膜上是否染有杂菌，如果有污染杂菌的应弃之不用。

② 打开原种封口，灼烧瓶口和接种工具，剥去原种表面的菌皮和老化菌种。

③ 如果是双人接种，可一人负责拿菌种瓶，用接种钩接种，另一人负责打开栽培种的瓶口或袋口。

④ 接种的菌种不可扒得太碎，最好呈蚕豆粒或核桃粒状，以利于发菌。

⑤ 接种后迅速封好瓶口。一瓶谷粒种接种不应超过50瓶（袋），木屑种、草料种不应超过35瓶（袋）。

⑥ 接种结束后应及时将台面、地面收拾干净，并用5%石炭酸水溶液喷雾消毒，关闭室门。

4. 培养

（1）培养室消毒 接种后的菌瓶（袋）在进入培养室前，培养室要进行消毒灭菌，每立方米用10mL甲醛熏蒸。熏蒸时将甲醛溶液

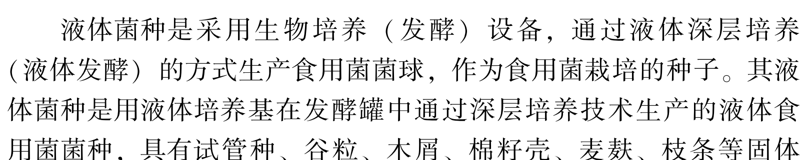
倒进容器中，用火煮沸，任其挥发，这叫作直接熏蒸法，此法熏蒸时间长；或在盛有甲醛溶液的容器中加入重量为其 1/2 的高锰酸钾，使其迅速蒸发，这叫氧化熏蒸法，时间为 30～40min。为减少甲醛气体的刺激作用，熏蒸后 12h 放入氨水溶液（每立方米空间用 25%～30% 的氨水溶液 50mL），氨水与空气中的甲醛蒸气结合，可以消除甲醛蒸气，以保障接种人员的身体健康。

（2）菌种培养 原种和栽培种在培养初期，要将温度控制在 25～28℃之间。在培养中后期，将温度调低 2～3℃。因为菌丝生长旺盛时，新陈代谢放出热量，瓶（袋）内温度要比室温高出2～3℃，如果温度过高会导致菌丝生长纤弱、老化。在菌种培养 25～30 天后，要采取降温措施，减缓菌丝的生长速度，从而使菌丝整齐、健壮。一般 30～40 天菌丝可吃透培养料，然后把温度稍微降低一些，缓冲培养 7～10 天，使菌种进一步成熟。

（3）污染检查 接种后 7～10 天内每隔 2～3 天要逐瓶检查一次，发现杂菌应立即挑出，拿出培养室，妥善处理，以防引起大面积污染。



【提示】 如果在培养料深部出现杂菌菌落，说明灭菌不彻底；而在培养料表面出现杂菌，说明在接种过程中某一环节没有达到无菌操作要求。



第四节 液体菌种的制作

液体菌种是采用生物培养（发酵）设备，通过液体深层培养（液体发酵）的方式生产食用菌菌球，作为食用菌栽培的种子。其液体菌种是用液体培养基在发酵罐中通过深层培养技术生产的液体食用菌菌种，具有试管种、谷粒、木屑、棉籽壳、麦麸、枝条等固体菌种不可比拟的物理性状和优势。

近年来，采用深层培养工艺制备食用菌液体菌种用于生产成为研发热点，涌现出了许多液体发酵设备、生产厂家，液体菌种已在黑木耳、毛木耳、银耳等耳类食用菌生产中采用。液体菌种对于降





低生产成本、缩短生产周期、提高菌种质量具有显著效果。目前，日本、韩国在食用菌工厂化生产中已普遍采用液体菌种（图2-27）。

一 液体菌种的特点

1. 优点

（1）制种速度快，可缩短栽培周期 在液体培养罐内的菌丝体细胞始终处于最适温度、氧气、碳氮比、酸碱度等条件下，菌丝分裂迅速，菌体细胞是以几何数字的倍数加速增殖，在短时间内就能获得大量菌球（即菌丝体），一般5～6天完成一个培养周期。使用液体菌种接种到培养基上，菌种均匀分布在培养基中，发菌速度大大加快，并且出菇集中，减少潮次，周期缩短，栽培的用工、能耗、场地等成本都大大降低。


图2-27 液体菌种

（2）菌龄一致、活力强 液体菌种在培养罐营养充足、环境没有波动，生长代谢的废气能及时排除，始终能使菌体处于旺盛生长状态，因此菌丝活力强，菌球菌龄一致。

（3）减少接种后杂菌的污染 由于液体具有流动性，接入后易分散，萌发点多，萌发快，在适宜条件下，接种后3天左右菌丝就会布满接种面，使栽培污染得到有效控制。

（4）液体菌种成本低 一般每罐菌种成本为10元左右，接种4000～5000袋，每袋菌种成本不超过0.3分钱。

2. 缺点

（1）储存时间短 一般条件下，液体菌种制成后即应投入栽培生产，不宜存放，即使2～4℃条件下，储存时间也不要超过一周。

（2）适用对象窄 液体菌种适应于连续生产，尤其规模化、工厂化生产；我国的食用菌生产多为散户栽培，投资水平、技术水平等条件的先天不足，决定了目前阶段下固体菌种在我国适应范围广，液体菌种适应范围窄。

（3）设施、技术要求高 液体菌种需要专门的液体菌种培养器，并且对操作技术要求极高，一旦污染，则整批全部污染，必须放罐、排空后进行清洗、空罐灭菌，然后方可进行下一批生产。

（4）应用范围窄 由于其液体中速效营养成分较高，生料或发酵料中病原较多，故播后极易污染杂菌，所以，液体菌种只适于熟料栽培。

二 液体菌种的生产

1. 液体菌种生产环境

（1）生产场所 液体菌种生产场所应距工矿业的“三废”及微生物、烟尘和粉尘等污染源500m以上，且交通方便，水源和电源充足，有硬质路面、排水良好的道路。

（2）液体菌种生产车间 生产车间的地面应能防水、防腐蚀、防渗漏、防滑、易清洗，应有1.0%～1.5%的排水坡度和良好的排水系统，排水沟必须是圆弧式的明沟。墙壁和天花板应能防潮、防霉、防水、易清洗。

（3）液体菌种接种间 应设置缓冲间，设置与职工人数相适应的更衣室。车间入口处设置洗手、消毒和干手设施。接种车间设封闭式废物桶，安装排气管道或者排风设备，门窗应设置防蚊蝇纱网。

2. 生产设施设备

（1）生产设施 配料间、发菌间、冷却间、接种间、培养室、检测室规模要配套，布局合理，要有调温设施。

（2）生产设备 液体菌种培养器（图2-28、图2-29）、液体菌种接种器、高压蒸汽灭菌锅、蒸汽锅炉、超净工作台、接种箱、恒温摇床、恒温培养箱、冰箱、显微镜、磁力搅拌机、磅秤、天平、酸度计等。

其中液体菌种培养器、高压灭菌锅和蒸汽锅炉应使用经政府有关部门检验合格，符合国家压力容器标准的产品。

3. 液体培养基制作

（1）罐体夹层加水 首先对液体菌种培养器夹层加水，方法是用硅胶软管连接水管和罐体下部的加水口，同时打开夹层出水阀进行加水，水量加至出水阀开始出水即可。





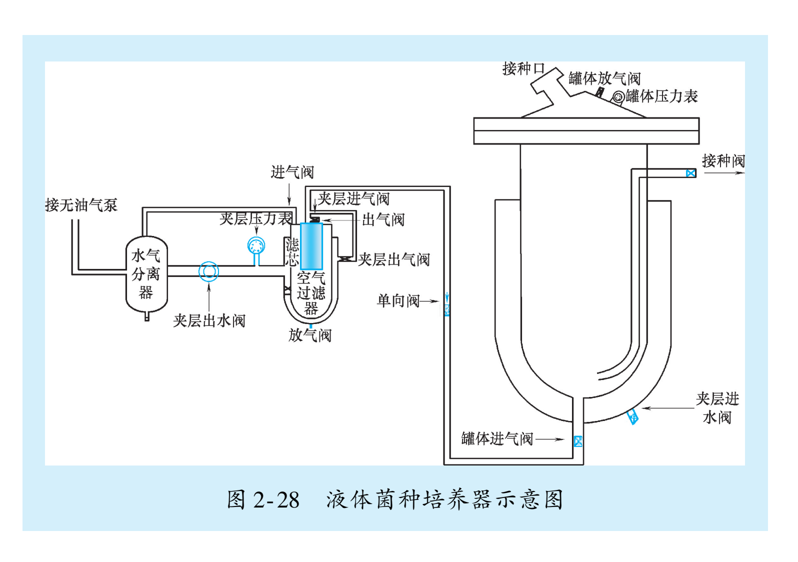


图 2-28　液体菌种培养器示意图

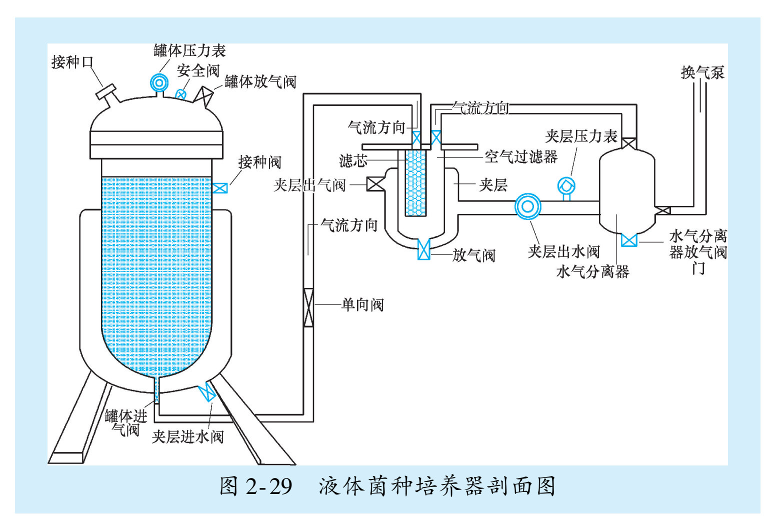


图 2-29　液体菌种培养器剖面图

（2）液体培养基配方　液体菌种培养基配方（120L）：玉米粉0.75kg，豆粉0.5kg，均过80目筛。首先用温水把玉米粉、豆粉搅拌均匀，不能有结块，通过吸管或漏斗加入罐体，以液体量占罐体容量的80%为宜。然后加入20mL消泡剂，最后拧紧接种口螺丝。

（3）液体培养基灭菌 调整控温箱温度至125℃，打开罐体加热棒开始对罐体进行加热，在100℃之前一直开启罐体夹层出水阀，以放掉夹层里的虚压和多余的水。

1）液体培养基气动搅拌。当温度在70℃以下时，打开空气压缩机，通过其储气罐和空气过滤器对罐体培养基进行气动搅拌，防止液体结块。

开气泵搅拌的步骤为：打开空气过滤器上方的进气阀、出气阀和下方的出气阀，开气泵电源后，关闭空气过滤器下方的出气阀，打开罐体最下方的进气阀和最上方的放气阀。

2）关闭气泵。当罐体内培养基达70℃时，关闭气泵。方法是：先关罐底进气阀、开空气过滤器下方的放气阀、关气泵电源。把主管接到之前一直关闭的空气过滤器出气阀，此时空气过滤器放气阀、进气阀、出气阀全关闭。空气过滤器内可加入少量水，水位在滤芯以下，并关闭罐体放气阀。

3）灭菌。当夹层出水阀出热蒸汽3～5min后关闭。当夹层压力表达0.05MPa时，打开空气过滤器夹层出气阀，再打开罐底进气阀，然后小开罐体放气阀。当主管烫手后，关闭罐体放气阀。当罐体压力表达到0.15MPa开始计时，保持30～40min，保持压力期间可以温调压。

4）降温。调温至25℃，关闭加热棒、罐底进气阀、空气过滤器夹层出气阀。用燃烧的酒精棉球烧空气过滤器出气阀40～50s，在此期间可小开5～6s空气过滤器出气阀，放蒸汽。在酒精棉球火焰的保护下把主管接回空气过滤器出气阀（图2-30）。

5）放夹层热水。打开空气过滤器出气阀和空气过滤器进气阀，小开罐体放气阀，通过夹层进水阀把夹层热水放掉，直至夹层压力表压力为0MPa。

（4）冷却 打开夹层出水阀，夹层进水阀通过硅胶软管接入水管，进行冷却。当罐体压力表压力降至0.05MPa时，打开气泵以防止罐体在冷却过程中产生负压造成污染，并使下部冷水向上冷却较快。

开气泵顺序依次为：打开空气过滤器下部放气阀，开空气过滤器上方出气阀，开气泵、关空气过滤器放气阀、开罐体进气阀，通





过罐体放气阀调节罐体压力在0MPa以上直至罐体温度降至28℃以下，等待接种。

4. 接种

（1）固体专用种 液体菌种的固体专用种培养基配方一般为（120L）：过40目筛的木屑500g、麸皮100g、石膏10g，料水比1∶1.2。原料混合均匀后装入500mL三角瓶内，高压灭菌后接入母种，洁净环境培养至菌丝长满培养基（图2-31）。母种制作、高压灭菌、接种、发菌应符合NY/T 528的规定。



图2-30 主管接空气过滤器出气阀



图2-31 固体专用种

（2）制备无菌水 1000mL的三角瓶加入500～600mL的自来水，用手提式高压灭菌锅在121℃、0.12MPa条件下保持30min即可制备无菌水。冷却后等待把固体专用种接入。

（3）固体专用种并瓶

1）接种用具：酒精灯、75%酒精、尖嘴镊子、接种工具、棉球。

2）消毒：旋转固体专用种的三角瓶壁用酒精灯火焰均匀地进行消毒后，连同接种工具、无菌水放入接种箱或超净工作台中进行消毒。

3）接种：消毒20min后进行接种。用75%酒精棉球擦手，用酒精灯火焰对接种工具进行灼烧灭菌。用灭菌后的接种工具在酒精灯火焰下去掉三角瓶固体专用种的表层部分。把菌种中下部分搅碎后在酒精灯火焰保护下分3～4次加入无菌水中（图2-32），然后用手腕摇动三角瓶使菌种和无菌水充分接触，静置10min后接

入罐体。

（4）菌种接入罐体

1）制作火焰圈：用带有手柄的内径略大于接种口的铁丝圈缠绕纱布，蘸上95%酒精。

2）接种：打开罐体放气阀使压力降至0，把火焰圈套在接种口上，点燃火焰圈后关闭罐体放气阀。打开接种口，快、稳、轻地接入菌种，然后拧紧接种口的螺丝（图2-33）。


扫码看实作


图2-32　固体专用种并瓶


图2-33　菌种接入罐体

5. 液体菌种培养

通过气泵充气和调整放气阀调节罐体压力表压力在0.02～0.03MPa、温度控制在24～26℃等条件下进行液体菌种培养。液体菌种在上述条件下培养5～6天可达到培养指标（图2-34）。

6. 液体菌种检测

接种后第四天进行检测，首先用酒精火焰球灼烧取样阀30～40s后，弃掉最初流出的少量液体菌种，然后用酒精火焰封口直接放入经灭菌的三角瓶中，塞紧棉塞，取样后用酒精火焰把取样阀烧干，以免杂菌进入造成污染。


图2-34　培养中的液体菌种





将样品带入接种箱分别接入到试管斜面或培养皿的培养基上，放入28℃恒温培养箱中培养2～5天，采用显微镜和感官观察菌丝生长状况和有无杂菌污染。若无细菌、真菌等杂菌菌落生长，则表明该样品无杂菌污染。

【提示】 由于有的单位条件有限，可采取感官检验——“看、旋、嗅”的步骤进行检测。

“看”：将样品静置桌面上观察，一看菌液颜色和透明度，正常发酵的料液清澈透明，染菌的料液则浑浊不透明；二看菌丝形态和大小，正常的菌丝体大小一致，菌丝粗壮，线条分明，而染菌后，菌丝纤细，轮廓不清；三看pH指示剂是否变色，在培养液中加入甲基红或复合指示剂，经3～5天颜色改变，说明培养液pH到4.0左右，为发酵终点，如果在24h内即变色，说明因杂菌快速生长而使培养液酸度剧变；四看有无酵母线，如果在培养液与空气交界处有灰条状附着物，说明为酵母菌污染所致，此称为酵母线。

“旋”：手提样品瓶轻轻旋转一下，观其菌丝体的特点。菌丝的悬浮力好，放置5min后不沉淀，说明菌丝活力好。若迅速漂浮或沉淀，说明菌丝已老化或死亡。再观其菌丝形态、大小不一，毛刺明显，表明供氧不足。如果菌球缩小且光滑，或菌丝纤细并有自溶现象，说明污染了杂菌。

“嗅”：在旋转样品后，打开瓶盖嗅气体，培养好的优质液体菌种均有芳香气味，而染杂菌的培养液则散发出酸、甜、霉、臭等各种气味。



【提示】 污染杂菌的主要原因是菌种不纯、培养料灭菌不彻底、并瓶与接种操作不规范。

7. 优质液体菌种指标

（1）感官指标 见表2-1。

表 2-1 液体菌种感官指标

项　目	感官指标
菌液色泽	球状菌丝体呈白色，菌液呈棕色
菌液形态	菌液稍黏稠，有大量片状或球状菌丝体悬浮、分布均匀、不上浮、不下沉、不迅速分层，菌球间液体不浑浊
菌液气味	具液体培养时特有的香气，无异味，如酸、臭味等，培养器排气口气味正常，无明显改变

（2）理化指标　见表 2-2。

表 2-2 液体菌种理化指标

项　目	理化指标
pH	5.5～6.0
菌丝湿重/(g/L)	≥80
显微镜下菌丝形态和杂菌鉴别	可见液体培养的特有菌丝形态，球状和丛状菌丝体大量分布，菌丝粗壮，菌丝内原生质分布均匀、染色剂着色深。无杂菌菌丝、酵母和细菌菌体
留存样品无菌检查	有食用菌菌丝生长，划痕处无其他真菌、酵母菌、细菌菌落生长

三 放罐接种

1. 液体菌种接种器消毒

液体接种器需经高压灭菌后使用。

2. 接种

将待接种的栽培袋（瓶）通过输送带输入至无菌接种区。在接种区用接种器将液体菌种注入，每个接种点 15～30mL。



扫码看实作



扫码看实作



四 贮藏

在培养器内通入无菌空气，保持罐压0.02～0.04MPa，液温6～10℃可保存3天，11～15℃可保存2天。

五 液体菌种应用前景

液体菌种接入固体培养基时，具有流动性、易分散、萌发快、发菌点多等特点，较好地解决了接种过程中萌发慢、易污染的问题，菌种可进行工厂化生产。液体菌种不分级别，可以用作母种生产原种，还可以作为栽培种直接用于栽培生产。

液体菌种应用于食用菌的生产，对于食用菌行业从传统生产上的烦琐复杂、周期长、成本高、凭经验、拼劳力、手工作坊式向自动化、标准化、规模化生产，以及整个食用菌产业升级具有重大意义。

第五节　菌种生产中的注意事项及常见问题

一 母种制作、使用中的异常情况及原因分析

1. 母种培养基凝固不良

母种在制作过程中培养基灭菌后凝固不良，甚至不凝固。可以按照以下几个步骤分析原因：

1）先检查培养基组分中琼脂的用量和质量。

2）如果琼脂没有问题，再用pH试纸检测培养基的酸碱度，看培养基是否过酸，一般若pH低于4.8时凝固不良；当需要较酸的培养基时，可以适当增加琼脂的用量。

3）灭菌时间过长，一般在0.15MPa下超过1h后易凝固不良。

4）如果以上都正常，还要考虑称量工具是否准确，有些在小市场买的称量工具不是很准确。建议称量工具到正规厂家或专业商店购买。

2. 母种不萌发

母种接种后，接种物一直不萌发，其原因有以下几种：

1）菌种在0℃甚至以下保藏，菌丝已冻死或失去活力。检测菌

种活力的具体方法是：如果原来的母种试管内还留有菌丝，再转接几支试管，培养观察，最好使用和上次不同时间制作的培养基。如果还是不长，表明母种已经丧失活力。如果第二次接种物成活了，表明第一次的培养基有问题。

2）菌龄过老，生活力衰弱。

3）接种操作时，母种块被接种铲、酒精灯火焰烫死。

4）母种块没有贴紧原种培养基，菌丝萌发后缺乏营养死亡。

5）接种块因太薄太小干燥而死。

6）母种培养基过干，菌丝无法活化，菌丝无法吃料生长。

3. 发菌不良

母种发菌不良的表现多种多样，常见的有生长缓慢、生长过快但菌丝稀疏、生长不均匀、菌丝不饱满、色泽灰暗等。

母种发菌不良的主要原因有：培养基是否干缩，菌丝是否老化，品种是否退化等；培养温度是否适宜；棉塞是否过紧；空气中是否有有毒气体。培养基不适、菌种过老、品种退化、培养温度过高或过低、棉塞过紧透气不良、接种箱中或培养环境中残留甲醛过多都会造成菌种生长缓慢，菌丝稀疏纤弱等发菌不良现象的发生。

4. 杂菌污染

在正常情况下，母种杂菌污染的概率在2%以下。但有时会造成大量杂菌污染的情况，其原因如下：

（1）培养基灭菌不彻底 灭菌不彻底的原因除灭菌的各个环节不规范外，还包括高压灭菌锅不合格的原因。

（2）接种时感染杂菌 其原因有接种箱或超净工作台灭菌不彻底（含气雾消毒剂不合格、紫外线灯老化），接种时操作不规范等原因。

（3）菌种自身带有杂菌 启用保藏的一级种，应认真检查是否有污染现象。如果斜面上呈现明显的黑色、绿色、黄色等菌落，则说明已遭杂菌污染；将斜面放在向光处，从培养基背面观察，如果在气生菌丝下面有黄褐色圆点或不规则斑块，说明已遭细菌污染，被污染的菌种绝不能用于扩大生产。

5. 母种制作及使用过程中应注意的事项

（1）培养基的使用 制成的母种培养基，在使用前应做无菌检





查，一般将其置在24℃左右恒温箱内培养48h，证明无菌后方可使用。制备好的培养基，应及时用完，不宜久存，以免降低其营养价值或使其成分发生变化。

（2）出菇鉴定 投入生产的母种，不论是自己分离的菌种或由外地引入的菌种，均应做出菇鉴定，全面考核其生产性状、遗传性状和经济性状后，方能用于生产。母种选择不慎，将会对生产造成不可估量的损失。

（3）母种保藏 已经选定的优良母种，在保藏过程中要避免过多转管。转管时所造成的机械损伤，以及培养条件变化所造成的不良影响，均会削弱菌丝生活力，甚至导致遗传性状的变化，使出菇率降低，甚至造成菌丝的“不孕性”而丧失形成子实体的能力。因此引进或育成的菌种在第一次转管时，可较多数量扩转，并以不同方法保藏，用时从中取一管大量繁殖作为生产母种用。一般认为保藏的母种经3～4次代传，就必须用分离方法进行复壮。

（4）建立菌种档案 母种制备过程中，一定要严格遵守无菌操作规程，并标好标签，注明菌种名称（或编号）、接种日期和转管次数，尤其在同一时间接种不同的菌种时，要严防混杂。母种保藏应指定专人负责，并建立“菌种档案”，详细记载菌种名称、菌株代号、菌种来源、转管时间和次数，以及在生产上的使用情况。

（5）防止误用菌种 从冰箱取出保藏的母种，要认真检查贴在试管上的标签或标记，切勿使用没有标记或判断不准的菌种，以防误用菌种而造成更大的损失。

（6）母种选择 保藏的母种菌龄不一致，要选菌龄较小的母种接种；切勿使用培养基已经干缩或开始干缩的母种，否则会影响菌种成活或导致生产性状的退化。

（7）菌种扩大 保藏时间较长的菌种，菌龄较老的菌种或对其存活有怀疑时，可以先接若干管，在新斜面上长满后，用经过活化的斜面再进行扩大培养。

（8）防止污染 保藏母种在接种前，应认真地检查是否有污染现象。斜面上有明显绿、黄、黑色菌落，说明已遭受真菌污染；管口内的棉塞，由于吸潮生霉，只要有轻微振动，分生孢子很容易溅

落到已经长好的斜面上，在低温保藏条件下受到抑制，很难发现；将斜面放在向光处，从培养基背面观察，在气生菌丝下面有黄褐色圆形或不定型斑块，是混有细菌的表现。已经污染的母种不能用于扩大培养。

（9）活化培养 在冰箱中长期保藏的菌种，自冰箱取出后，应放在恒温箱中活化培养，并逐步提高培养温度，活化培养时间一般为2～3天。如果在冰箱中保存时间超过3个月，最好转管培养一次再用，以提高接种成功率和萌发速度。

保藏的菌种，不论在任何情况下都不可全部用完，以免菌种失传，对生产造成损失。

（10）菌种保存 认真安排好菌种生产计划，菌丝在斜面上长满后立即用于原种生产，能加快菌种定植速度。如果不能及时使用，应在斜面长满后，及时用玻璃纸或硫酸纸包好，置于低温避光处保存。

二 原种、栽培种在制作、使用中的异常情况及原因分析

1. 接种物萌发不正常

原种、栽培种接种物萌发不正常的主要表现为两种情况：一是不萌发或萌发缓慢；二是萌发出的菌丝纤细无力，扩展缓慢。其发生原因的分析思路为：培养温度→培养基含水量→培养基原料质量→灭菌过程及效果→母种。对于接种物不萌发，或萌发缓慢，或扩展缓慢来说，这几个方面的因素必有其一，甚至可能是由多因子共同影响的。

（1）培养温度过高 培养温度过高会造成接种物不萌发、萌发迟缓、生长迟缓。

（2）含水量过低 尽管拌料时加水量充足，但由于拌料不均匀，造成培养基含水量的差异，含水量过低的菌种瓶（袋）接种物常干枯而死。

（3）培养基原料霉变 正处霉变期的原料中含有大量有害物质，这些物质耐热性极强，在高温下不易分解变性，甚至在高压高温灭菌后仍保留其毒性，接种后，菌种不萌发。具体确定方法是将培养基和接种块取出，分别置于PDA培养基斜面上，于适宜温度下培养，



若不见任何杂菌长出，而接种块则萌发、生长，即可确定为这一因素。

（4）灭菌不彻底 培养基内留有大量细菌，而不是真菌。培养基中残留和继续繁殖增加的细菌，多数情况下无肉眼可见的菌落，有时在含水量过大的瓶（袋）壁上，在培养基的颗粒间可见到灰白色的菌膜。多数食用菌在有细菌存在的基质中不能萌发和正常生长。具体检查方法如下：在无菌条件下取出菌种和培养料，接种于 PDA 培养基斜面上，于适温条件下培养，经 24～28h 后检查，在接种物和培养料周围都有细菌菌落长出。

（5）母种菌龄过长 菌种生产者应使用菌龄适当的母种，多种食用菌母种使用最佳菌龄都在长满斜面后 1～5 天，栽培种生产使用原种的最佳菌龄在长满瓶（袋）14 天之内。在计划周密的情况下，母种和原种生产、原种和栽培种的生产紧密衔接是完全可行的。若母种长满斜面后一周内不能使用，要及早置于 4～6℃下保存。

2. 发菌不良

原种、栽培种的发菌不良和母种一样也表现多种多样，常见的有生长缓慢，生长过快但菌丝纤细稀疏，生长不均匀，菌丝不饱满，色泽灰暗等。造成发菌不良的原因主要有以下几种：

（1）培养基酸碱度不适 用于制作原种、栽培种的培养料 pH 过高或过低，可将发菌不良的菌种瓶（袋）的培养基挖出，用 pH 试纸测试。

（2）原料中混有有害物质 多数食用菌原种、栽培种培养基原料的主料是阔叶木屑、棉籽壳、玉米粉、豆秸粉等，但若混有如松、杉、柏、樟、桉等树种的木屑或原料有过霉变现象，都会影响菌种的发菌。

（3）灭菌不彻底 培养基中有肉眼看不见的细菌，会严重影响食用菌菌种菌丝的生长。有的食用菌虽然培养料中残存有细菌，但仍能生长，如平菇菌种外观异常，表现为菌丝纤细稀疏、干瘪不饱满、色泽灰暗，长满基质后菌丝逐渐变得浓密。如果不慎将后期菌丝变浓密的菌种用来扩大栽培种将导致批量的污染发生。

（4）水分含量不当 培养料水分含量过多或过少都会导致发菌

不良，特别是含水量过大时，培养料氧气含量显著减少，将严重影响菌种的生长。在这种情况下，往往长至瓶（袋）中下部后，菌丝生长变缓，甚至不再生长。

（5）培养室环境不适 培养室温度、空气相对湿度过高，培养密度大的情况下，环境的空气流通交换不够，影响菌种氧气的供给，导致菌种缺氧，生长受阻。在这种情况下，菌种外观色泽灰暗、干瘪无力。

3. 杂菌污染

在正常情况下，原种、栽培种或栽培袋的污染率在5%以下，各个环节和操作规范者，常只有1%～2%。如果超出这一范围，则应该认真查找原因并采取相应措施予以控制。

（1）灭菌不彻底 灭菌不彻底导致污染发生的特点是污染率高、发生早，污染出现的部位不规则，培养物的上、中、下各部均出现杂菌。这种污染常在培养3～5天后即可出现。影响灭菌效果的因素主要有以下几个：

1）培养基的原料性质。不同材料的导热性不同，微生物基数不同，灭菌所需时间也不同。因此，灭菌时要根据培养基的不同掌握灭菌时间。常用的培养基灭菌时间关系是木屑 < 草料 < 木塞 < 粪草 < 谷粒。从培养基原料的营养成分上说，糖、脂肪和蛋白质含量越高，传热性越差，对微生物有一定的保护作用，灭菌时间需相对要长。因此添加麦麸、米糠较多的培养基所需灭菌时间长。从培养基的自然微生物基数上看，微生物基数越高，灭菌需时越长，因此培养基加水配备均匀后，要及时灭菌，以免其中的微生物大量繁殖影响灭菌效果。

2）培养基的含水量和均匀度。水的热传导性能较木屑、粪草、谷粒等的固体培养基要强得多，如果培养基配制时预湿均匀，吸透水，含水量适宜，灭菌过程中达到灭菌温度需时短，灭菌就容易彻底。相反，若培养基中夹杂有未浸入水分的“干料”，俗称“夹生”，蒸汽就不易穿透干燥处，达不到彻底灭菌的效果。培养基在配制过程中，要使水浸透料，木塞、谷粒、粪草应充分预湿，浸透或捣碎，以免“夹生”。



3）容器。玻璃瓶较塑料袋热传导慢，在使用相同培养基、相同灭菌方法时，瓶装培养基的灭菌时间要较塑料袋装培养基稍长。

4）灭菌方法。相比较而言，高压灭菌可用于各种培养基的灭菌，关键是把冷空气排净；常压灭菌灶锅小、水少、蒸汽不足、火力不足、一次灭菌过多，是常压灭菌不彻底的主要原因，并且对于灭菌难度较大的粪草种和谷粒种达不到完全灭菌的效果。

5）灭菌容量和堆放方式。以蒸汽锅炉送入蒸汽的高压灭菌锅，要注意锅炉汽化量与锅体容积相匹配，自带蒸汽发生器高压灭菌锅，以每次容量200～500瓶（750mL）为宜。常压灭菌灶以每次容量不超过1000瓶（750mL）为宜，这样，可使培养基升温快而均匀，培养基中自然微生物繁殖时间短，灭菌效果更好。灭菌时间应随容量的增大而延长。

锅内灭菌物品的堆放形式对灭菌效果影响显著，如果以塑料袋为容器时，塑料袋受热后变软，若装料不紧，叠压堆放，极易把升温前留有的间隙充满，不利于蒸汽的流通和升温，影响灭菌效果。塑料袋摆放时，应以叠放3～4层为宜，不可无限叠压，锅大时要使用搁板或铁筐。

（2）封盖不严 这种情况主要出现在用罐头瓶作为容器的菌种中，用塑料袋作为容器的折角处也有发生。聚丙烯塑料经高温灭菌后比较脆，搬运过程中遇到摩擦，紧贴瓶口处或有折角处极易磨破，形成肉眼不易看到的沙眼，造成局部污染。

（3）接种物带杂 如果接种物本身就已被污染，扩大到新的培养基上必然出现成批量的污染，如一支污染过的母种造成扩接的4～6瓶原种全部污染，一瓶污染过的原种造成扩大的30～50瓶栽培种的污染。这种污染的特点是杂菌从菌种块上长出，污染的杂菌种类比较一致，且出现早，接种3～5天内就可用肉眼鉴别。

这类污染只有通过种源的质量保证才能控制，这就要求作为种源使用的母种和原种在生长过程就要跟踪检查，及时剔除污染个体，在其下一级菌种生产的接种前再行检查，严把质量关。

（4）设备设施过于简陋引起灭菌后无菌状态的改变 本来经灭菌的种瓶、种袋已经达到了无菌状态，但由于灭菌后的冷却和接种

环境达不到高度洁净无菌，特别是简易菌种场和自制菌种的菇农，达不到流水线作业、专场专用，生产设备和生产环节分散，又往往忽略场地的环境卫生，忽视冷却场地的洁净度，使本已无菌的种瓶、种袋在冷却过程中被污染。

在冷却过程中，随着温度的降低，瓶内、袋内气压降低，冷却室如果灰尘过多，杂菌孢子基数过大，杂菌孢子就很自然地落到了种瓶或种袋的表面，而且随其内外气压的动态平衡向瓶内、袋内移动，当棉塞受潮后就更容易先在棉塞上定植，接种操作时碰触沉落进入瓶内或袋内。瓶袋外附有较多的灰尘和杂菌孢子时，成为接种操作污染的污染源。因此，要提倡专业生产、规模生产和规范生产。

（5）接种操作污染 接种操作造成的污染特点是分散出现在接种口处，比接种物带菌和灭菌不彻底造成的污染发生稍晚，一般接种后 7 天左右出现。接种操作的污染源主要是接种室空气和种瓶、种袋冷却中附在表面的杂菌，有的接种操作人员自身洁净度不良，也是很重要的污染源，如违反接种操作规程、没有使用专用的工作服、工作服表面附着尘土和杂菌孢子，或不戴口罩和工作帽，手臂消毒不良等都是接种操作的污染原因。要避免或减少接种操作的污染需格外注意以下几个技术环节：

1）不使棉塞打湿。灭菌摆放时，切勿使棉塞贴触锅壁。当棉塞向上摆放时，要用牛皮纸包扎。灭菌结束时，要自然冷却，不可强制冷却。当冷却至一定程度后再小开锅门，让锅内的余热把棉塞上的水汽蒸发。不可一次打开锅门，这样棉塞极易潮湿。



2）洁净冷却。规范化的菌种场，冷却室是高度无菌的，空气中不能有可见的尘土，灭菌后的种瓶、种袋不能直接放在有尘土的地面上冷却。最好在冷却场所地面上铺一层灭过菌的麻袋、布垫或用高锰酸钾、石灰水浸泡过的塑料薄膜。冷却室使用前可用紫外线灯和喷雾相结合的方式进行空气消毒。

3）接种室和接种箱使用前必须严格消毒。接种室墙壁要光滑、地面要洁净、封闭要严密，接种前一天将被接种物、菌种、工具等经处理后放入，先用来苏儿喷雾，再进行气雾消毒；接种箱要达到密闭条件，处理干净后，将被接种物、菌种、工具等经处理后放入，



接种前 30 ~ 50min 用气雾消毒、臭氧发生器消毒等方法进行消毒。

4）操作人员须在缓冲间穿戴专用衣帽。接种人员的专用衣帽要定期洗涤，不可置于接种室之外，要保持高度清洁。接种人员进入接种室前要认真洗手，操作前用消毒剂对双手进行消毒。

5）接种过程要严格无菌操作。尽量少走动，少搬动，不说话，尽量小动作、快动作，以减少空气振动和流动，减少污染。

6）在火焰上方接种。实际上无菌室内绝对无菌的区域只有酒精灯火焰周围很小的范围内。因此，接种操作，包括开盖、取种、接种、盖盖，都应在这个绝对无菌的小区域完成，不可偏离。接种人员要密切配合。

7）拔出棉塞使缓劲。拔棉塞时，不可用力直线上拔，而应旋转式缓劲拔出，以避免造成瓶内负压，使外界空气突然进入而带入杂菌。

8）湿塞换干塞。灭菌前，可将一些备用棉塞用塑料袋包好，放入灭菌锅同菌袋（瓶）一同灭菌，当接种发现菌种瓶棉塞被蒸汽打湿时，换上这些新棉塞。

9）接种前做好一切准备工作。接种一旦开始，就要批量批次完成，中途不间断，一气呵成。

10）少量多次。每次接种室消毒处理后接种量不宜过大，接种室以一次 200 瓶以内，接种箱以一次 100 瓶以内效果为佳。

11）未经灭菌的物品切勿进入无菌的瓶内或袋内。接种操作时，接种钩、镊子等工具一旦触碰了非无菌物品，如试管外壁、种瓶外壁、操作台面等，不可再直接用来取种、接种，须重新进行火焰灼烧灭菌。掉在地上的棉塞、瓶盖切忌使用。

（6）培养环境不洁及高湿 培养环境不洁及高湿引起污染的特点是，接种后污染率很低，随着培养时间的延长，污染率逐渐增高。这种污染较大量发生在接种 10 天以后，甚至培养基表面都已长满菌丝后贴瓶壁处陆续出现污染菌落。这种污染多发生在湿度高、灰尘多、洁净度不高的培养室。

4. 原种、栽培种制作的注意事项

（1）培养基含水量 食用菌菌丝体的生长发育与培养基含水量



有关，只有含水量适宜，菌丝生长才能旺盛健壮。通常要求培养基含水量在60%~65%之间，即手紧握培养料，以手指缝中有水外渗往下滴1~2滴为宜，没有水渗为过干，有水滴连续淌下为过湿，过干或过湿均对菌丝生长不利。

（2）培养基的pH 一般食用菌正常生长发育需要一定范围的pH，木腐菌要求偏酸性，即pH为4~6，粪草菌要求中性或偏碱性，即pH为7.0~7.2。由于灭菌常使培养基的pH下降0.2~0.4，因此，灭菌前的pH应比指定的略高些。培养料的酸碱度不合要求，可用1%过磷酸钙澄清液或1%石灰水上清液进行调节。

（3）装瓶（袋）的要求 培养料装得过松，虽然菌丝蔓延快，但多细长无力、稀疏、长势衰弱；装得过紧，培养基通气不良，菌丝发育困难。一般来说，原种的培养料要紧一些、浅一些，略占瓶深的3/4即可；栽培种的培养料要松一些、深一些，可装至瓶颈以下。装瓶后，用捣木（或接种棒）插一个圆洞，直达瓶底或培养料的4/5处。打孔具有增加瓶内氧气、利于菌丝沿着洞穴向下蔓延和便于固定菌种块等作用。

（4）装好的培养基应及时灭菌 培养基装完瓶（袋）后应立即灭菌，特别是在高温季节更应如此。严禁将培养基放置过夜，以免由于微生物的作用而导致培养基酸败，危害菌丝生长。

（5）严格检查所使用菌种的纯度和生活力 检查菌种内或棉塞上有无真菌及杂菌侵入所形成的拮抗线、湿斑，有明显杂菌侵染或有怀疑的菌种、培养基开始干缩或在瓶壁上有大量黄褐色分泌物的菌种、培养基内菌丝生长稀疏的菌种、没有标签的可疑菌种，均不能用于菌种生产。

（6）菌种长满菌瓶后，应及时使用 一般来说，二级种满瓶后7~8天，最适于扩转三级种，三级种满瓶（袋）7~15天时最适于接种。如果不及时使用，应将其放在凉爽、干燥、清洁的室内避光保藏。在10℃以下低温保藏时，二级种不能超过3个月，三级种不能超过2个月。在室温下要缩短保藏时间。

5. 菌种杂菌污染的综合控制

1）从有信誉的科研、专业机构引进优良、可靠的母种，做到种





源清楚、性状明确、种质优良，最好先做出菇试验，做到使用一代、试验一代、储存一代。

2）按照菌种生产各环节的要求，合理、科学地规划和设计厂区布局，配置专业设施、设备，提高专业化、标准化、规范化生产水平。

3）严格按照菌种生产的技术规程进行选料、配料、分装、灭菌、冷却、接种、培养和质量检测。

4）严格挑选用于扩大生产的菌种，任何疑点都不可姑息，确保接种物的纯度。

5）提高从业人员的专业素质，要规范操作；生产场地要定期清洁、消毒，保持大环境的清洁状态。

6）专业菌种场要建立技术管理规章制度，确保技术的准确到位，保证生产。



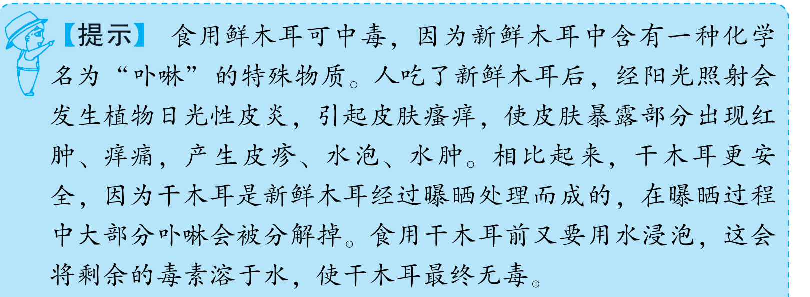
——第三章——
黑木耳高效栽培

黑木耳（*Auricularia auricula*）又称木耳、细木耳，属木耳目、木耳科、木耳属。我国地域广阔，林木资源丰富，大部分地区气候温和，雨量充沛，是世界上黑木耳的主要产地，主要产区是湖北、四川、贵州、河南、吉林、黑龙江、山东等省区。黑木耳是我国传统的出口商品之一，世界年产量为46.2万吨，中国占40万吨，年出口量占世界96%，居第一位。

黑木耳质地细嫩、滑脆爽口、味美清新、营养丰富，是一种可食、可药、可补的黑色保健食品，备受世人喜爱，被称之为“素中之荤、菜中之肉”。据分析，每100g干耳中含蛋白质10.6g、氨基酸11.4g、脂肪1.2g、碳水化合物65g、纤维素7g，还有钙、磷、铁等矿物质元素和多种维生素。在灰分元素中，其铁的含量比肉类高100倍，钙的含量是肉类的30～70倍，磷的含量是番茄、马铃薯的4～7倍，维生素B_2的含量是米、面和蔬菜的10倍。

黑木耳不仅营养丰富，而且具有较高的药用价值。黑木耳味甘性平，自古有“益气不饥、润肺补脑、轻身强志、和血养颜”等功效，并能防治痔疮、痢疾、高血压、血管硬化、贫血、冠心病、产后虚弱等病症，它还具有清肺、洗涤胃肠的作用，是矿山、纺织工人良好的保健食品。近年来科学研究发现，黑木耳多糖对癌细胞具有明显的抑制作用，并有增强人体生理活性的医疗保健功能。





【提示】 食用鲜木耳可中毒，因为新鲜木耳中含有一种化学名为“卟啉”的特殊物质。人吃了新鲜木耳后，经阳光照射会发生植物日光性皮炎，引起皮肤瘙痒，使皮肤暴露部分出现红肿、痒痛，产生皮疹、水泡、水肿。相比起来，干木耳更安全，因为干木耳是新鲜木耳经过曝晒处理而成的，在曝晒过程中大部分卟啉会被分解掉。食用干木耳前又要用水浸泡，这会将剩余的毒素溶于水，使干木耳最终无毒。

第一节　生物学特性

木耳属中有 15～20 个种，广泛地分布于温带和热带。我国有 10 余个种，如毡盖木耳、皱木耳、黑木耳、大毛木耳、琥珀木耳、盾形木耳、大厚皱耳、黄黑木耳、褐毡木耳等，其中大部分可食，但除黑木耳外，一般品质较差。

一　形态特征

1. 菌丝体

菌丝洁白、浓密、粗壮，有气生菌丝，但短而稀疏。母种培养期间不产生色素，放置一段时间能分泌黄色至茶褐色色素，不同品种色素的颜色和量不同。镜检有锁状联合，但不明显。

2. 子实体

黑木耳子实体的形状、大小、颜色随外界环境条件的变化而变化，其大小为 0.6～12cm，厚度为 1～2mm，红褐色，晒干后颜色更深（彩图 2）。子实体的颜色除与品种有关外，还与光线有关，因子实体中色素的形成与转化受到光的制约。

【提示】 黑木耳的子实体在新鲜时呈胶质状，这是它的一大特征。这种胶质物的产生有两种方式：一是通过菌丝瓦解；二是由菌丝体原生质直接分泌。黑木耳呈片状，有背腹两面，腹面（又称孕面）光滑、色深，成熟时表面密集排列着整齐的担子；背面称为不孕面，并长有许多毛，毛的特征在木耳分类上极为重要。

二 生态习性

野生黑木耳主要分布在北半球温带地区的东北亚，尤其我国北方地区。南半球、北美与澳洲温带地区很少见，仅在澳洲东南有发现。欧洲温带木耳多发生在接骨木、栎木上，但较罕见。寒带没有黑木耳，热带和亚热带（除高山地带）也少有黑木耳。这是长期自然选择的结果，黑木耳是在特定的气候、生态、树种条件下，大自然孕育的“精灵”。我国野生黑木耳分布在东北、华北、西北及西南地区，以东北黑木耳为最好。

三 黑木耳生活史

1. 黑木耳的生长发育

黑木耳的整个生活周期分为营养生长和生殖生长两个阶段。黑木耳的孢子萌发成单核菌丝，单核菌丝和另外不同性的单核菌丝相结合成为双核菌丝（营养菌丝），吸收养分而生长。这个过程称为营养生长，即黑木耳的菌丝体生长期。

大量繁殖的营养菌丝遇到光线、低温和机械刺激以及培养基的生物化学变化等因素的诱导，就形成了子实体原基。原基发育成菌蕾，进而发育成成熟的子实体。这个过程称为生殖生长，即黑木耳的子实体生长期。

（1）孢子萌发 孢子的萌发是黑木耳生长的开始，孢子的萌发需要具备足够的水分、适量的养分、适宜的温度和酸碱度。

（2）菌丝生长

1）菌丝的伸展和生长点。黑木耳的菌丝呈管状细丝，顶端为钝圆锥形。在这个钝圆锥形的前段 2～10μm 长的部分称为生长点，是菌丝旺盛生长的部位。生长点后面较老熟的菌丝可产生分枝，每个分枝的顶端也都具有生长点。菌丝的生长实际上是生长点不断延伸，同时形成锁状联合，进行菌丝细胞繁殖的过程。其他部分由于细胞壁坚硬，很难伸展。



菌丝生长点的内含物较简单，主要是浓度很高的原生质和微泡囊两大类。微泡囊中含丰富的多糖、几丁质前体、细胞壁溶解酶、酸性磷脂酶和几丁质合成酶，在菌丝生长中起重要作用。



2）菌丝生长期的划分。菌丝生长可划分为三个时期，即生长迟缓期、快速生长期和生长停滞期。生长迟缓期是菌种适应新环境的过程；快速生长期是菌丝适应环境后的快速生长期；生长停滞期是菌丝老化期。

（3）子实体生长 黑木耳子实体是由菌丝体发育而成的，是黑木耳的繁殖器官。子实体初生时呈粒状或像一个小环，不断发育成叶片状或菊花形。成熟后表面中凹，边缘上卷，多皱缩，有脉纹，还有光滑的感觉；新鲜时胶质状，半透明，有弹性，其颜色一般腹面呈黑褐色或茶褐色，背面呈暗灰色或灰白色，基部有扁宽而突然收缩的狭细短柄；干燥后体积强烈收缩成角质，腹面向内卷曲，背面显著凸起，硬而脆，颜色漆黑或深褐、红褐。子实体成熟后产生大量的担孢子。干木耳的吸水能力很强，吸水后仍可恢复原状。

2. 黑木耳的繁殖

黑木耳经过营养阶段后，便进入了繁殖阶段。繁殖方式通常分为无性繁殖和有性繁殖两类。

（1）无性繁殖 无性繁殖分菌丝体断裂、无性孢子的产生和芽殖等方式。黑木耳无性繁殖产生的无性孢子为分生孢子，不易萌发，当满足其特殊要求时，萌发生长为菌丝。在黑木耳栽培中子实体分离、菌种转管传代都是利用无性繁殖的特性。

（2）有性繁殖 黑木耳的有性繁殖是以异宗结合的方式进行的，即必须由不同交配型的菌丝结合才能完成生活史。不同交配型的单核菌丝经交配，形成双核菌丝。双核菌丝不断分解和积累大量的营养物质后逐渐达到生理成熟，通过双核菌丝的分化发育，交织扭结，开始形成耳芽而逐渐发育成子实体。子实体成熟后，又产生大量的担孢子。黑木耳的生活史如图 3-1 所示。

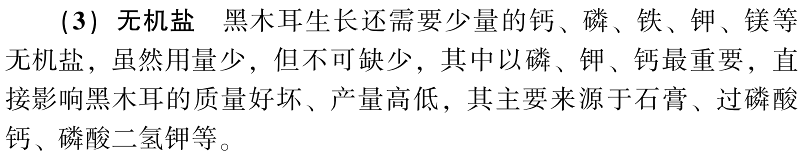
四 生长发育条件

1. 营养条件

（1）碳源 碳源主要来源于各种有机物，如锯木屑、棉籽壳、玉米芯、稻草等。

（2）氮源 氮素是黑木耳必需的营养物质之一，可利用的氮源主要有尿素、稻糠、麦麸等。碳和氮的比例一般为 20∶1，比例失调或氮源不足会影响黑木耳菌丝体的生长。

图 3-1　黑木耳生活史



（3）无机盐　黑木耳生长还需要少量的钙、磷、铁、钾、镁等无机盐，虽然用量少，但不可缺少，其中以磷、钾、钙最重要，直接影响黑木耳的质量好坏、产量高低，其主要来源于石膏、过磷酸钙、磷酸二氢钾等。

2. 环境条件

（1）温度　黑木耳属中温性真菌，具有耐寒怕热的特性。菌丝在 4～32℃之间均能生长，最适生长温度为 22～26℃，低于 10℃，生长受到抑制，但在 –30℃ 的环境下也不会被冻死；高于 30℃，菌丝体生长加快，但纤细、衰老加快。子实体在 15～32℃下能形成子



实体，最适温度为20～25℃。适宜范围内温度越低生长发育越慢，但健壮、生命力强，子实体色深、肉厚、产量高、质量好；反之，温度越高，生长发育越快，菌丝细弱，子实体色浅肉薄，产量低，并易产生流耳，感染杂菌。

【提示】 春、秋两季温差大，气温为10～25℃，适于黑木耳生长。

（2）水分 黑木耳整个生育阶段均需要较高的湿度，尤其是在子实体发育期，空气相对湿度要求为90%～95%。低于80%，子实体生长缓慢，低于70%，不能形成子实体，但很低的湿度菌丝也不致被干死；袋料培养基含水量以60%～65%为好，湿度过低会显著影响后期产量；在段木栽培中，木段含水量应在35%以上，过低不易定植成活。

【提示】 黑木耳子实体富含胶质，有较强的吸水能力，如果在子实体阶段一直保持适合子实体生长的湿度，会因"营养不良"而生长缓慢，影响产量和质量。如果采取干湿交替的方式，则耳片在干时收缩停止生长，菌丝在基质内聚积营养，恢复湿度后，耳片长得既快又壮，产量高。

（3）光照 黑木耳是喜光性菌类，光对子实体的形成有诱导作用，在完全黑暗条件下不会形成子实体。若光线不足，生长弱，耳片变浅褐色；只有在400lx以上的光照条件下，耳片才是黑色的，且健壮、肥厚。但在菌丝培养阶段要求暗光环境，光线过强容易提前现耳。所以，在袋料栽培中，菌丝在暗光中培养成熟后，从划口开始就给予光照刺激，可促进耳基早成。

（4）空气 黑木耳属好气性真菌，在生长发育过程中需要充足的氧气。如果二氧化碳积累过多，不但生长发育受到抑制，而且易发生杂菌感染和子实体畸形，使栽培失败。

（5）酸碱度 黑木耳菌丝体生长的酸碱度范围在4～7之间，其中以pH为5.5～6.5酶的活性最强。但在袋料栽培中，当培养基添

加麦麸或米糠时，菌丝在生长发育中产生足量有机酸使培养基酸化，而这种酸化的环境适于杂菌生长，导致制袋污染率上升。



【提示】 从菌丝培养就开始进行抗碱性驯化，可提高木耳菌丝对较高碱性培养基的适应能力，从而使其他杂菌受到抑制。

第二节　黑木耳高效栽培技术要点

一　季节选择

黑木耳是一种中温型菌类，适于夏、秋季栽培。在华北地区1年中可生产2批。春季2～3月生产栽培袋，4～5月出耳；秋栽8～9月生产栽培袋，10～11月出耳。由于我国南北方温度差异较大，因此各地必须按照当地气温选择黑木耳的栽培季节。

二　栽培场地选择

栽培场地可利用闲置的房屋、棚舍、山洞、窑洞、房屋夹道或搭塑料大棚，或在林荫地、甘蔗地挂袋出耳。要求周围环境清洁，光线充足，通风良好，保温保湿性能好，以满足黑木耳在出耳期间对温度、湿度、空气和光照等环境条件的要求。不要选在石角坡上或山顶上，更不要选在浸水窝里作耳场，最好选在有少量阳光透过的树林中，要有花花太阳照射为好。

1. 大田

整畦做床，挖宽1～1.5m，深20cm，长不限的浅地畦，畦间留0.6～0.8m宽走道，摆袋出耳（图3-2）。



图3-2　大田生产黑木耳

2. 林地

在成片林地内出耳，其空气新鲜，光照充足，通风良好，接近野生黑木耳生长的自然条件，耳片厚，颜色





深，品质好，不易受杂菌侵染（图3-3）。

3. 阳畦

阳畦适用于春季气温低、空气干燥时出耳（图3-4）。选择向阳、背风、地势高燥平坦的地方，坐北朝南建造地下式阳畦，畦深为30～40cm，宽为1m、长为3～5m。畦框要坚实，框壁要铲平，防止塌陷。畦底要夯实，框壁最好抹上一薄层麦秸泥。畦面用竹片搭拱形棚架，畦底至棚顶高度为60cm，棚顶拉4行铁丝挂袋，棚上覆盖塑料薄膜保湿，塑料薄膜外面盖草帘遮阴。



图3-3　林地生产黑木耳



图3-4　阳畦生产黑木耳

三 原材料准备及质量标准

1. 主要原料

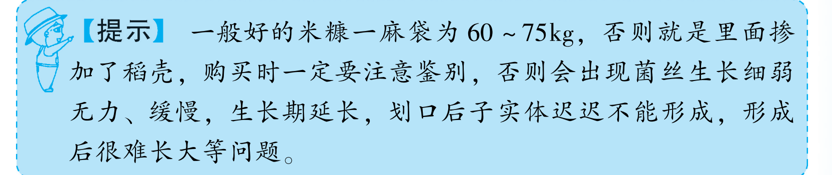
（1）木屑　黑木耳属木腐型真菌，适合栽培的原料很多。如林区的木屑及枝丫梢头的粉碎物。木屑以柞树、曲柳、榆树、桦树、椴树等硬杂木为好，杨树木屑次之。要求无杂质、无霉变，以阔叶硬杂树为主。如果木屑过细，可适当添加农作物秸秆（粉碎）调节粗细度。以颗粒状木屑80%加细锯末20%为宜。

新鲜木屑不易灭菌彻底，易遭受隐性污染，同时可能含有影响黑木耳菌丝生长的活性物质，所以木屑应放置1～2个月后再使用。

（2）农副产品　玉米芯、豆秸等也可替代木屑用于黑木耳的栽培生产，我国北方盛产玉米，玉米芯可与木屑混合使用。选用玉米芯最好用当年的，玉米芯添加量一般不高于培养料使用总量的30%。

2. 辅助原料

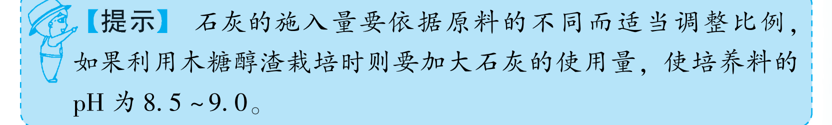
（1）麦麸、米糠 它们是黑木耳栽培中的主要氮源，是最主要的辅料。要求新鲜无霉变，麦麸以大片的为好。



【提示】 一般好的米糠一麻袋为 60～75kg，否则就是里面掺加了稻壳，购买时一定要注意鉴别，否则会出现菌丝生长细弱无力、缓慢，生长期延长，划口后子实体迟迟不能形成，形成后很难长大等问题。

（2）豆粉、豆粕 它们也是黑木耳栽培中氮源的主要提供者，可代替部分麦麸和米糠使用，添加量一般为 2%～3%。但要注意，粉碎的粒度要尽量小，只有这样拌料时才能均匀一致。

（3）石灰、石膏 它们是黑木耳栽培中钙离子的主要提供者，也是调节培养料酸碱度、维持酸碱平衡的调节剂，其添加量一般为 1%。



【提示】 石灰的施入量要依据原料的不同而适当调整比例，如果利用木糖醇渣栽培时则要加大石灰的使用量，使培养料的 pH 为 8.5～9.0。

3. 其他

（1）菌种 黑木耳菌种质量的好坏，直接影响栽培的产量高低，子实体商品价值的高低，甚至关系到黑木耳生产的成败。黑木耳菌种鉴定应从以下几个方面入手：

1）看菌丝：正在生长或已长好的菌丝洁白，短、密、粗、齐，全瓶（袋）发育均匀，上下一致。

2）看松紧度：菌种应该松紧适度，菌丝长满后不脱离袋（瓶）壁，在常温下上部空间有少量水珠；木屑菌种呈块状，不松散。

3）看水分：长满菌丝的菌种重量适宜，底部没有积水现象。

4）看颜色：凡菌丝出现红、黄、绿、黑、青等各种颜色，瓶（袋）壁出现不同的菌丝组成大小分割区，并有明显的拮抗线；瓶（袋）内散发出酸、臭等异味，都是杂菌污染的表现，应立即淘汰。



5）看封口：封口无破损，棉塞（套环）不松动、不脱落、无污染。

（2）塑料袋 为保护生态环境，现在生产黑木耳一般用木屑、棉籽壳等原料袋式栽培。要求每个袋重量都必须在4g以上，塑料袋太薄装袋灭菌后就会变形。

【提示】 菌袋质量鉴别基本方法为“一量、二称、三压、四看”。

一量：量规格，现通用菌袋规格有三种折袋，即16.5cm×33cm，17cm×33cm，17cm×35cm。

二称：前两种规格装湿料以1kg为宜，装完料后菌袋直径为11cm，袋高18～20cm；后一种规格装湿料以1.2kg为宜，装完料后菌袋直径为11cm，袋高为21～23cm。装料不可过多，否则不利于发菌，还会延长整个生产期。

三压：对低压聚乙烯袋，进行挤压检测。把袋充满气体，然后拧紧袋口挤压看其变化，如爆裂则袋为生料制作，为次品袋；如鼓涨开裂则为纯料制作，为优质袋。

四看：看厚薄的均匀程度。如果厚薄均匀则为好袋，否则为次品袋。

生产中建议使用规格为17cm×35cm，重量为4.2g的低压聚乙烯或高压聚丙烯袋。低压聚乙烯袋不能用于高压灭菌生产，其优点是不易使袋料分离。高压聚丙烯袋为通用袋，其优点是便于检查杂菌，一般用于菌种生产。

（3）双套环（无棉盖体） 无棉盖体分两种，一种是用纯原料生产的，另一种是用再生料生产的。再生料生产的价格便宜。规格有上盖直径3cm和2.8cm两种。购买2.8cm规格的比较适合，其污染率低。也可用单环加棉塞代替双套环使用，可以较大地节约成本，棉花用普通的棉花即可。

（4）相关药品 黑木耳生产常用药品分为三大类：第一类是促进生长用药品，第二类是消毒类药品，第三类是病虫害防治药品。

1）促进生长常用药品：三十烷醇、食用菌营养素、菇耳壮等，生产上可按使用说明书使用。

2）消毒类常用药品：甲醛、来苏儿、硫黄、高锰酸钾、熏蒸消毒剂、漂白粉、过氧乙酸、新洁尔灭、酒精、多菌灵、克霉灵、绿霉净、石灰等。

3）病虫害防治常用药品：甲基托布津、多菌灵、石灰水、乐果、敌杀死、敌敌畏等。

四 黑木耳高产配方

黑木耳要想高产、优质、抑制杂菌，必须选择合适的栽培配方。

1. 参考配方

1）硬杂木屑86.5%，麦麸10%，豆饼粉2%，生石灰0.5%，石膏粉1%。

2）硬杂木屑86.5%，麦麸12%，生石灰0.5%，石膏粉1%。

3）硬杂木屑64%，玉米芯20%，麦麸12%，豆饼粉2%，石膏粉1%，生石灰1%（pH调至8~9为准）。

4）锯木屑（硬杂木）86.5%，麦麸10%，豆饼粉2%，生石灰0.5%，石膏粉1%。

5）棉籽壳90%，麦麸8.5%，生石灰0.5%，石膏粉1%。

6）棉秆屑57%，棉籽壳或玉米芯30%，麦麸10%，豆饼粉2%，生石灰0.5%，石膏粉0.5%。

7）玉米芯48.5%，锯木屑38%，麦麸10%，豆饼粉2%，生石灰0.5%，石膏粉1%。

8）豆秸72%，玉米芯或锯木屑17%，麦麸10%，生石灰0.5%，石膏粉0.5%。

9）甘蔗渣61%，木屑20%，麦麸15%，黄豆粉3%，石膏粉0.5%，生石灰0.5%。

2. 注意问题

1）配方中千万不要加入尿素和多菌灵，否则不仅不符合无公害栽培，也不利于黑木耳生长。在黑木耳配方中加入尿素和多菌灵往往会造成失败。

2）配方中麦麸含量不超过15%，配方中不能加入白糖，否则菌袋易感染真菌。

3）培养料粒度应粗细度适中，粗料含水性不好，细料通风不



良，粗细料混搭，既可增加培养料在发菌时的透气度，又可保持培养料的含水性。

五 拌料

木屑过筛，筛除掉较大的木块，可有效地防治破袋的情况发生。拌料前先将麦麸、石膏、石灰称好后放在一起，先干拌 2 遍，然后再放入木屑中搅拌 2 遍。将拌料水与木屑等原料混合翻拌 2 遍，要保证混拌均匀。后 2 遍时要注意调整混合料的水分，保证含水率在62%～63%之间，通过加生石灰调整 pH 为 6.0～7.0。含水量的鉴定方法是手握成团、触之即散。水分过大，菌丝不易长到底，容易发生黑曲霉蔓延；水分过小，菌丝生长速度慢，菌丝细弱，产量较低。因为原材料购买地不同，各地木屑含水量也不一样，所以拌料时要灵活掌握。

六 菌袋制作

培养料拌匀后应及时装袋灭菌，不可堆放过夜，以免引起杂菌滋生增加灭菌难度，同时杂菌滋生可能产生有毒有害物质影响黑木耳菌丝生长。北方冬季生产，木屑、麦麸等原料可能会结冰造成含水量过高，可在培养料配制前单独放在室内过夜，待冰块融化后再混合配制。

栽培袋使用聚乙烯塑料袋，北方一般用 17cm×(35～38) cm 的塑料袋，南方一般用 25cm×55cm 的塑料袋。菌袋的厚度与强度和菌袋收缩性都有关联，应根据具体的栽培模式选用合适厚度的菌袋。

1. 装袋

(1) 装袋前的准备

1) 塑料袋质量的检测。装袋前要检查塑料袋是否漏气，是否在运输途中已破损，破损漏气的不能用。装袋成功率、养菌期杂菌率及袋能否和料紧贴都与塑料袋的质量有关，要选用高温不变形、不收缩的低压聚乙烯折角塑料袋。

2) 装袋工具。装袋目前分机械和手工两种方法。机械装袋用装袋机，手工装袋要备好装袋用的工具（接种棒）和无棉盖体。

3) 装袋室的温度。装袋室的温度过低，塑料袋受冻易脆折裂造成破损和漏气。装袋室温度不应低于 18℃。装袋前可将袋在其他温度高的地方预热一下，千万不要将袋放在室外气温低的仓库里，生

产时移到室内较短的时间使用，这样袋脆易折裂，破损率高。

4）装袋场地和储放工具检查。要在光滑干净的水泥地面上装袋。储放工具应是可以直接放入灭菌锅的灭菌筐。灭菌筐有塑料筐、钢筋铁筐两种，规格长、宽、高为44cm×33cm×22cm，每筐放12袋。

（2）装袋方法

1）手工装袋。把塑料袋口张开，袋底平展，将培养料塞进袋内。料装至1/3处，把袋料提起，在地面小心振动几下，让料落实，将袋底四周压实，再装料至袋高的2/3处双手捧住料袋，将料压紧，“四周紧、中间松”。装袋要求上下松紧度一致，菌袋装料时以不变形、袋面无皱褶、光滑为标准，培养料要紧贴袋壁，不可留缝隙。装袋完后用小木棍在料中央自上而下打一个圆洞，圆洞长度3/5～4/5培养料高度。打孔可增加透气性，有利于菌丝沿着洞穴向下蔓延，也便于固定菌种块，不致因移动而影响成活；也可直接在袋内插入接种棒一起灭菌，接种时拔出。

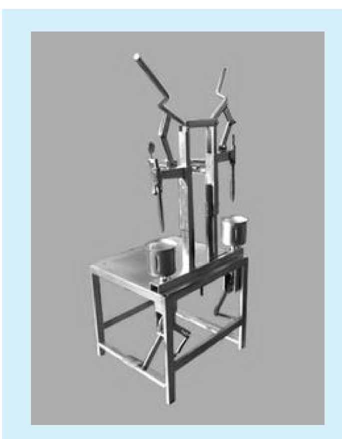


图3-5 食用菌窝口机

2）机械装袋。大规模生产装袋机与窝口机（图3-5）同时使用，不但速度快，而且可提高装袋质量，用薄袋生产的菌袋可使用卧式防爆装袋机，菌袋装得紧实又不至于破裂。装袋时培养料上下松紧一致，料装过少、剩余过长的塑料袋窝口时易曲折将培养料封死，接种后菌种接触不到培养料，造成菌种干涸而死，影响成品率。

【提示】 当天装的菌袋当天灭菌，培养料的配量与灭菌设备的装量相衔接，做到当日配料、当日装完、当日灭菌，不能放置过夜，以免滋生杂菌。如果当天不能灭菌，则应将菌袋放置在冷凉通风处。



2. 封口

黑木耳栽培袋的封口方式多种多样，可用套颈圈、棉塞、无棉盖体等封口。目前多用接种棒及棉塞的封口方式，该方式接种速度快、接种量大，菌丝定植快，生长均匀，菌龄一致。

接种棒有木质和塑料两种，塑料接种棒是空心的（图 3-6），灭菌时袋中心易升温，与木质棒比能缩短灭菌时间；塑料接种棒灭菌时不吸潮，灭菌后菌袋干爽，能减少接种时的污染机会；塑料接种棒便于存放，还可配套无棉盖体使用。

将封好的菌袋放进搬运筐搬运，菌袋倒立摆放可避免袋口存水。

七 灭菌

栽培袋可放入专用筐内，以免灭菌时栽培袋相互堆积，造成灭菌不彻底。然后要及时灭菌、不能放置过夜，灭菌可采用高压蒸汽灭菌或常压蒸汽灭菌两种方式。

1. 高压蒸汽灭菌法

高压蒸汽灭菌可以杀死一切微生物，包括芽孢。灭菌的蒸汽温度随蒸汽压力增加而升高，增加蒸汽压力，可以缩短灭菌时间，提高灭菌效率。高压蒸汽灭菌法是利用高压蒸汽锅产生的高温高压蒸汽进行灭菌的方法，是一种最有效的灭菌方法。在 128℃、压力为 0.11～0.15MPa 下保持 2.5h（图 3-7）。



图 3-6　塑料接种棒



图 3-7　高压灭菌



【注意】 高压灭菌过程中应注意以下几点：

① 高压锅在使用前应先检查压力表、放气阀、胶圈是否正常，将锅门封严，所有的螺丝对角拧紧，然后通气升温。

② 灭菌锅内冷空气必须排尽。若灭菌锅内留有冷空气，当灭菌锅密闭加热时可造成锅内压力与温度不一致，产生假性蒸汽压，锅内温度低于蒸汽压表示的相应温度，致使灭菌不能彻底。

在开始加热灭菌时，先关闭排气阀，当压力升到0.05MPa时，打开排气阀，排出冷空气，让压力降到0，直至大量蒸汽排出时，再关闭排气阀进行升压到0.12MPa，保持2.5h。

③ 灭菌锅内栽培袋的摆放不要过于紧密，以保证蒸汽通畅，防止形成温度“死角”，达不到彻底灭菌的目的。

④ 灭菌结束应自然冷却。当压力降至0.05MPa左右，再打开排气阀放气，以免减压过程中，袋内外骤然产生压力差，把塑料袋弄破。

⑤ 防止棉塞打湿。灭菌时，棉塞上应盖上耐高温塑料，以免锅盖下面的冷凝水流到棉塞上。灭菌结束时，让锅内的余温烘烤一段时间再取出来。

2. 常压蒸汽灭菌

常压蒸汽灭菌不需要压力蒸汽，灭菌温度低，生产操作安全系数高，但常压灭菌时间长、生产效率偏低。一般灭菌温度控制在100～102℃，灭菌时间8～10h，也可根据培养料状态、培养料数量、批次灭菌规模等因素适当延长灭菌时间。常压灭菌锅可自行焊制、搭建，大小可按生产规模自行设计。

（1）常压灭菌锅的类型 常压灭菌锅一般采用长方形或圆柱体锅体、拱形顶，锅体材料为铁板或砖混搭砌而成。下设排气口和加水口。要求锅体内壁光滑，不要有蒸汽难以到达流通的死角，以达到灭菌温度均一。拱形顶可使水沿锅壁下落，防止冷凝水直接下滴打湿棉塞，下设排气口便于充分排净冷空气。蒸汽发生装置设加水口，便于灭菌过程中水分的补充。补水时应添加热水，且一次添加量不宜过多，防止造成灭菌锅内蒸汽供应的骤减。





常压灭菌锅的类型较多，比较常见的有 4 种类型：简易常压蒸汽灭菌锅、圆形蒸汽灭菌灶、常压蒸汽灭菌箱、产气灭菌分离式灭菌灶。

1）简易常压蒸汽灭菌锅。用 1 口直径 85cm 的铁锅和砖、水泥搭建一个灶台，在灶台上方的房梁上顶部安放一个铁挂钩，并且用大棚塑料薄膜制作一个周长 3m 的塑料桶，上头用绳子系好吊在铁挂钩上，下部将锅上部的灭菌物罩住并且压在灶台上即可（图 3-8）。这种类型的灭菌锅比较简单、成本低，但灭菌数量较少，适合初学者和小规模食用菌栽培户采用。

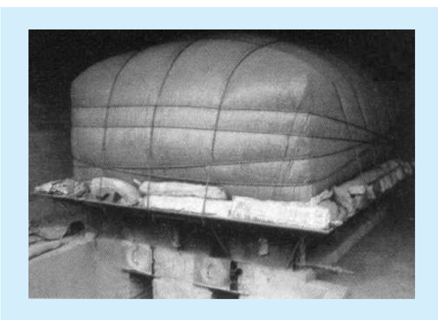


图 3-8　简易常压蒸汽灭菌锅

2）圆形蒸汽灭菌灶。采用直径 110cm 的铁锅和砖、水泥搭建灶台，在灶台上用砖和水泥砌成 120～130cm 的正方形灭菌室，高 130～150cm，上部用水泥封顶，在灭菌室下部预留一个加水口，并且安放一个铁管，在一侧留一个规格为宽 65cm、高 85cm 的进出料口，并且用木枋作木门封进出料口；也可以用铁板焊制一个圆形的铁桶，直径 130cm，高 130～150cm，在铁桶下部焊一个铁管作加水口，用塑料膜封锅口。这种类型的灭菌锅优点是出料方便，不易感染杂菌，适合 1 万～2 万袋栽培规模户使用。

3）常压蒸汽灭菌箱。一般采用铁板和角铁焊制而成，规格为长 235cm、宽 136cm、高 172cm 的长方形铁箱，顶部呈圆拱形，防止冷凝水打湿棉塞，距离底部 20～25cm 高放置一个用钢筋焊制的帘子。如果为了节省燃料也可以在帘子下焊接 4 排直径为 10cm 的铁管，管口一头在底部前端燃料燃烧处，作为进烟口；门在一头，规格为 90cm×70cm，底高 20cm，在门一头下侧安一个排水管，中间安一个放气阀，顶部安一个测温管。一般采用周转筐装出锅，可以防止菌袋扎破，并且节省劳动力成本，一般采用 2 套周转筐即可，一次可以灭菌 1300 袋左右。

4）产气灭菌分离式灭菌灶。其结构分为蒸汽发生器（图3-9）和蒸汽灭菌池（图3-10）两部分。蒸汽发生器是用1个或2个并列卧放的柴油桶制作而成，先在油桶上方开2个直径3.5cm的孔洞，一个焊接一根塑料软管作为热蒸汽的连接管道，另一个焊接一根距离桶底10cm的铁管作为加水管，然后用砖砌成一个简易炉灶。蒸汽发生器也可直接采用灭菌炉（图3-11）。蒸汽灭菌池可以在栽培场地中间建造，先向地下挖30cm深泥池，然后用砖和水泥砌成一个2m×5m的长方形水泥池，在池底留一个排水口，能够使灭菌后的冷凝水排出；在距池底20cm高处固定一个用钢筋焊接的帘子，灭菌时将栽培袋或周转筐放在帘子上方，高度可根据灭菌数量和炉灶承受能力确定。然后用苫布和大棚塑料薄膜将灭菌物盖严压好，并且将蒸汽软管通入灭菌池即可。


图3-9　蒸汽发生器


图3-10　蒸汽灭菌池


图3-11　灭菌炉



（2）常压灭菌过程　常压灭菌的原则是“攻头、保尾、控中间”，即在3～4h内使锅中下部温度上升至100℃，然后维持6～8h，停止供气，闷锅1～2h，然后慢慢敞开塑料布，把灭菌后的栽培袋搬



到冷却室内或接种室内，晾干料袋表面的水分，待袋内温度下降到30℃时接种。

【注意】 常压灭菌在100℃下维持6～8h，微生物就会被全部杀死，灭菌时间延长可提高灭菌效果，但也失去了灭菌的意义，并且培养基中维生素等营养成分破坏，也提高了成本；常压灭菌达到时间后，不能长时间闷锅，因为这样做大量水蒸气会落到无棉盖体上，出锅时无棉盖体潮湿，易产生杂菌。

（3）灭菌效果的检查方法

1）灭菌彻底的培养基应有特殊的清香味。

2）颜色变成深褐色、暗红色或茶褐色。

（4）常压灭菌的注意事项

1）水的热导性能比棉籽壳、木屑、谷粒等固体培养基要强得多，因此配制培养基时一定要注意原料预湿均匀，含水量适中，并使其充分吸透水，有利于灭菌过程中的热量传递，可提高灭菌效率和质量。如果水分渗透不均匀，甚至培养基中夹杂有未浸水的“干料”，灭菌时蒸汽就不易穿透干燥处，达不到彻底灭菌的目的。因此，原料在灭菌前一定要预湿彻底，尤其是谷类颗粒料，只有这样才能达到彻底灭菌的效果。

2）长时间灭菌时不同营养成分会发生改变，一些营养物质还可能在长期的高温作用下分解，因此掌握培养料的合理配比和适度的灭菌时间很重要，既能有效杀灭杂菌，又能降低养分的过度降解，灭菌时间不要过长或过短。

3）原料中微生物基数不同，所需灭菌时间也不一样，基数越高，灭菌时间也越长。放置过久的陈旧原料因微生物存在时间长，基数大，所以灭菌时间应比新鲜原料长。另外，配制好的原料应及时灭菌，以免放置过久导致微生物大量繁殖。

4）灭菌升温至100℃的过程一般不超过4h，防止长期温度过高但又未达到灭菌温度引起培养基中杂菌生长。长时间烧不开锅，锅内温度偏低，时间稍长利于杂菌滋生，滋生杂菌产生的代谢产物会使培养料酸败，不利于黑木耳菌丝存活，影响菌丝生长。

5）灭菌过程中冷气的排放时间过短则锅内死角处易残留冷空气，时间过长则造成燃料浪费。可采用间歇排气方式，即温度达到100℃后排放冷空气5～7min，关闭放气口3～5min后，再缓慢打开放气口放气，反复2～3次，彻底排净锅内冷空气，通过暂时性关闭气口，使锅内气体重新分配，促进冷空气下移，便于冷空气排出。

6）要防止烧干锅，在灭菌前锅内要加足水。在灭菌过程中，如果锅内水量不足，则要及时从注水口注水。加水必须加热水，保证原锅的温度；最好搭一个连体灶，谨防烧干锅。

7）防止中途降温。灭菌中途不得停火，如果锅内达不到100℃，在规定的时间内则达不到灭菌的目的。

八 冷却、接种

1. 冷却

黑木耳菌丝耐低温、不耐高温，因此灭菌完毕后不能马上接种。必须在料温降到30℃以下时方能接种，以免接种时烫死菌丝。为达到冷却效果、提高接种的安全性，可在接种室外面设一个专门的冷却间，要求其通风、洁净，面积视每次灭菌量而定。可将菌袋从灭菌锅拿出后，在专门的冷却间中冷却，至菌袋温度冷却至28℃左右时接种。

【小窍门】>>>>

也可以在消过毒的接种室或培养室里冷却。



【注意】 冷却室不应用化学药物熏蒸达到无菌效果，按照标准化绿色生产、无公害生产要求，用药就有可能造成农药残留。冷却室可用紫外灯、臭氧机灭菌。臭氧杀菌速度快，可以快速杀灭各种细菌、真菌。臭氧极不稳定，可自行分解成氧，不产生任何残留。

2. 接种

（1）接种场所

1）接种室。接种室要求背风、干燥、内壁光滑、易于清理消



毒、温度可调、保温性能好。外设缓冲间，缓冲间供工作人员换衣、鞋帽及洗手等用。缓冲间和接种室的门均要用推拉门，以减少气流流动，接种室和缓冲间都要安装紫外线灯和照明灯。接种室内设普通接种操作台，台面高 80cm，宽 70～80cm，长度不限。接种室使用药物消毒，紫外线灯照射 30min 灭菌。

2）接种箱、超净工作台。生产规模较小时可使用接种箱或超净工作台接种。接种箱使用前一般用药物或紫外线灯照射进行空气消毒。超净工作台可以在局部造成高洁净度的工作空间，操作方便，但接种量较少，且价格昂贵，一般适用于科研领域。

（2）无菌接种 操作空间环境的洁净对接种操作的成功至关重要，是接种生产顺利运转的基本条件和保障。环境维护包括室内，也包括室外。室外环境维护包括绿化减尘和防风防雨、定期清扫、灭虫和消毒；室内环境维护包括建筑物内经常性清扫、清洁、擦洗、消毒、除湿、污染物处理等。

1）接种前准备。接种室（箱）应清扫、擦拭干净，可用 1%～2% 来苏儿或苯酚溶液周密喷洒一遍，放入接种工具，打开紫外线灯照射 0.5h，灭菌后 30min 使用；也可用 5% 甲醛溶液 + 1% 高锰酸钾熏蒸，或用 0.1% 升汞溶液浸过的纱布或海绵擦拭或喷雾。

【小窍门】>>>>

接种前用具要备全，酒精灯、消毒瓶、酒精棉球、接种钩（铲、剪）、打火机、橡皮圈、记号笔等。要特别注意检查酒精灯和消毒瓶中酒精是否足量。要求操作人员着装必须整洁，最好有专门用于接种的衣服，防止身上的灰尘对接种造成影响；接种时操作人员必须戴口罩和帽子，口、鼻的气息流动是造成污染的一个重要原因，戴口罩操作可有效减少污染。接种前要对接种环境进行空气降尘，可将清水或来苏儿装于塑料喷壶内，向空中喷雾降尘。在接种前对接种室的消毒过程中，将待接菌袋和接种工具一起放入消毒。

2）无菌接种。无菌接种操作应注意酒精灯的正确使用。无菌操作都应在酒精灯火焰 10cm 范围内快速完成。使用的酒精要求质量

好、纯度高，酒精灯火焰要大；如果使用接种箱接种时，应在接种箱上留 1～2 个可虑菌的通气孔，防止长时间火焰燃烧缺氧致使酒精灯自行熄灭。

接种时要严格按照无菌操作进行。接种量以全部封住栽培袋口的料面为度，接完种后把袋口盖紧，搬入培养室内进行养菌。

九 菌袋培养

培养室的环境要干燥、通风良好、周围洁净。培养室及内部床架在进袋前应在墙壁上粉刷生石灰，地面清理干净，在进菌袋前进行一次彻底的消毒，一般关闭门窗熏蒸 48h，再通风空置 48h。如果培养室较潮，可用硫黄熏蒸。接种后的菌袋进入培养室以后不能再用消毒药物进行熏蒸，日常可用 3% 的石炭酸或来苏儿溶液进行空气消毒。室内多点设置温湿度计，并遮蔽光线使培养室处于黑暗条件下，以免受光线刺激而过早形成子实体。培养室湿度要保持在60%～70%，不得大于 70%，否则容易产生杂菌，原则是“宁干勿湿”。

1. 菌袋培养方式

黑木耳是喜中温型真菌，我国北方一般采取“冬养菌、春出耳”的模式进行栽培。各地应根据当地自然气温达到 10℃左右开始出耳，往前推 30～40 天养菌结束。养菌可分为室内养菌、室外养菌、工厂养菌等方式。

（1）冬季室内养菌 普通培养室应具备保温、升温（有暖气、火炉等）、保湿、通风（风扇）等条件，用木材或钢材建养菌架，每层高 40～45cm。培养室在菌袋放入前应消毒处理，墙壁刷石灰消毒，地面清理干净，前空气窗用帘子遮挡光线，使培养室处于完全黑暗的条件下，避免光线射入抑制菌丝的生长或过早形成子实体。

室内挂干湿温度计表，用以测定室内的空气温度和空气相对湿度。培养前 7～10 天室内如果温度不过高可不用通风，温度在 25～28℃，空气相对湿度在 45%～60%，不足时可往地面喷洒洁净的清水。如果在菌丝培养期室内过于干燥，则接入的菌种会在袋内发干，不易萌发。

菌丝吃料 1/3 后，应及时通风，并把以前紧摆的菌袋距离拉开 1cm 左右，温度不超过 25℃。因为袋内的菌丝生长，袋内和室内二

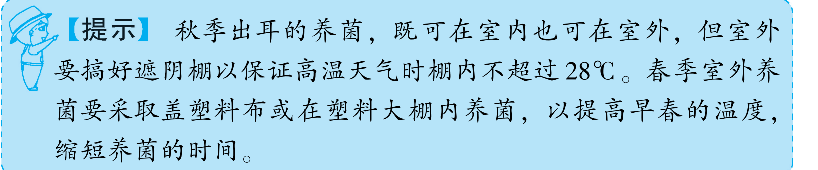


氧化碳的增加，往往袋内的温度比养菌室的要高上几度，这叫“基内外温度差”。如果摸着菌袋感觉比手都热，则袋内温度往往超过36℃，会出现“烧菌”现象。这样超温下培养的菌丝不死也会受伤，不等划口出耳，菌丝就会收缩发软吐黄水，不会长子实体，一定要引起高度重视。

【注意】 菌丝培养期间有的菇农三五天就要喷一次药来消毒，这是不正确的。只要灭菌彻底、无菌接种、菌袋不破，一般是不会长杂菌的。反复用药只会杀伤菌丝，提高生产成本，也不符合无公害生产要求。

（2）室外养菌 室外养菌首先考虑何时出耳，出耳时的温度是否适宜。一般春季出耳应在室内或室外搭棚养菌，气温回升后将菌袋移到室外出耳。

室外养菌时间的安排很重要，暑期伏天气温较低的东北地区，可考虑春天室外养菌。养菌时间的确定要考虑出耳时的温度，定好出耳时间后，往前推40～60天进行养菌。


【提示】 秋季出耳的养菌，既可在室内也可在室外，但室外要搞好遮阴棚以保证高温天气时棚内不超过28℃。春季室外养菌要采取盖塑料布或在塑料大棚内养菌，以提高早春的温度，缩短养菌的时间。

1）场地。室外养菌的场地应选择在不积水、通风、清洁的地段，春季可选择向阳、光照好的地方，以利于增温；暑期可选择遮阴、通风地段或人工搭遮阴棚，以防高温。

2）做床。养菌床可直接做出耳床。可选南北方向或顺坡方向，以利于排水。床的长度根据地形地势而定，宽度1～1.5m，床与床之间的作业道宽50～60cm，床比作业道高8～10cm，以利于排水。

3）备草帘。按照床的宽度，结合出耳时的要求，来决定草帘的宽窄和长短。草帘要编得紧密，起到遮阴、保湿作用。

4）垛袋。如果室外天气冷，已接种的菌袋应当在袋萌发定植后再到室外养菌。菌袋卧摆在床面上，顺着床的方向摆袋，袋可垛放成5层，两排墙之间留10cm距离，以利于通风换气，每亩（1亩≈667m^2）可摆40000～60000袋。

【提示】 摆完袋后盖上草帘，草帘两边直接触地，彻底遮住光线，气温低时盖上塑料薄膜，如果气温达到20℃或以上时，不用罩塑料布。为防止大风刮破塑料薄膜，塑料布的边缘用土压严，上面用木板或砖块等重物压上，这阶段往往是外界气温较低，同时又是菌丝初长阶段，主要解决的问题是提高温度。一般来说在菌丝生长阶段的前15天，袋内的氧气能够满足菌丝生长需要，不必大通风。床内应放温度计，定点定位检查，做好记录。室外养菌还要注意鼠害。

5）养菌。栽培袋摆入床内15天不挪动，15～20天掀开塑料布、草帘检查菌丝生长情况。正常情况下床内温度应控制在15～25℃之间。当菌丝占领料面并吃料1/4时，彻底掀开草帘，将栽培袋倒垛，从这排垛挪到另一排垛，原先上面的放下面，下面的放上面，每袋也要互换位置，朝上面的转到朝下面，彻底通风半天，然后及时盖上草帘，根据温度高低来决定盖不盖塑料布。这时床内最高气温不应超过25℃，气温低应盖上塑料布增温，气温高则应及时通风搭上遮阴物。如果遇雨天必须盖上塑料布，防止雨水淋湿封盖，造成不透气或杂菌感染，一般40～60天菌丝可长满菌袋。



（3）标准化培养室（厂）养菌 标准化养菌，要建造标准化培养室，培养室建有温度、通风调控设施。标准化生产为了搬运和检测菌种方便，可采用长44cm、宽33cm、高22cm的塑料或钢筋盛放菌袋。这样接完种的菌袋直接放入筐中，然后整筐移入培养室，垛放10～12层，减少杂菌感染的机会。这样菌袋受筐的保护，利于菌丝的生长（图3-12）。

标准化培养室温度控制要求：培养室温度控制要求由高到低，第一周26～28℃，第二、三周22～26℃，第四周18～22℃，存储应



控制在5℃左右。

培养室要有二氧化碳感应检测控制装置，湿度感应控制装置，当氧气不足、湿度超高时，可报警或自动启动通风装置进行通风。



图3-12　工厂化养菌

2. 菌袋培养总体要求

（1）前期防低温　养菌初期5～7天要保持培养室内温度25～28℃，空气相对湿度在45%～60%，菌丝长满料面前通小风，促进菌丝定植吃料以占据绝对优势，使杂菌无法侵入。

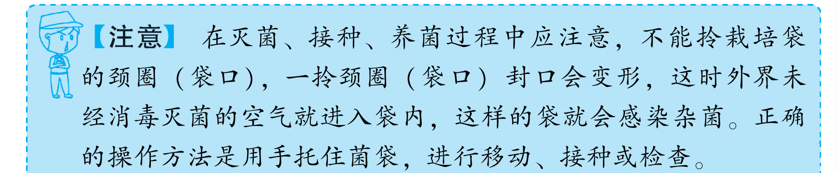
（2）中、后期防高温　当菌丝长到栽培袋的1/3时，要控制室温不超过28℃，最低不低于18℃。最高温度、最低温度测量以上数第二层和最下层为准，当上下温差大时，要用换气扇进行通风降温。

（3）适时通风　保证发育过程中的空气清新，每次可以小通风20min左右。

（4）避光养菌　以防止提早出现耳基。在室内养菌40～50天后，当菌丝长到栽培袋的4/5时，可以拿到室外准备出耳。同时创造低温条件(15～20℃)，菌丝在低温和光线刺激下很易形成耳基(图3-13)。



图3-13　菌袋培养


【注意】 在灭菌、接种、养菌过程中应注意，不能拎栽培袋的颈圈（袋口），一拎颈圈（袋口）封口会变形，这时外界未经消毒灭菌的空气就进入袋内，这样的袋就会感染杂菌。正确的操作方法是用手托住菌袋，进行移动、接种或检查。

在养菌过程中，应及时挑出有杂菌污染的栽培袋，移到室外气温低、通风的地方放置，遮阴培养。春季养菌时对发现的污染袋要放在房后的阴凉、通风、干燥、闭光、清洁处隔离培养，黑木耳菌可以吃掉杂菌。个别感染严重的菌袋，不可在室内、室外出耳场随便丢弃，任凭杂菌孢子蔓延传播；应集中在一起，将袋内料倒出，堆在一起盖上塑料薄膜发酵（将袋烧掉）后可作为新的培养基原料，原先杂菌将成为新的蛋白营养源。袋内培养料已变臭或感染链孢霉的菌袋应深埋处理，防止造成交叉感染。夏季养菌对发现的污染袋要再次灭菌后接种，以减少损失。

在温度控制过程中应充分考虑培养室不同空间位置的温度差异，可安装换气扇混合均匀整个培养室的温度。同时应考虑室温和培养料内部温度的差异，应以培养料内部温度作为控制参数。

3. 养菌过程中截料现象及其防治

截料现象是指在培养过程中，当菌丝长至培养基中部或中下部时，不再向下生长。造成这种现象的原因和防治方法如下。

（1）培养料灭菌不彻底 病原微生物特别是细菌没有彻底杀灭，在接入菌种后，初期不会影响黑木耳菌丝的正常萌发、吃料。但随着时间的延长，未被杀死的杂菌开始大量繁殖，当黑木耳菌丝和大量繁殖的杂菌相遇时，菌丝就会停止生长，并在相遇的地方形成一道拮抗线。此时打破菌袋，未生长黑木耳菌丝的培养料会有一种酸、臭的味道。

（2）菌丝培养温度过高 黑木耳菌丝生长期间环境温度过高会造成菌丝生长缓慢，直至停止生长，在菌丝停止生长的地方会有一道黄印，打破菌袋，未生长菌丝的培养料味道正常。此时如果降低培养温度，经过 1～2 天的恢复，菌丝可重新生长。

（3）通风不良 黑木耳是好氧性真菌，在养菌的过程中，需要有充足的氧气供应。如果培养期间菌袋摆放过密，当菌丝生长的生



物量增多，通风不及时，造成氧气供应不足，菌丝就生长缓慢，直至停止生长。此时增加通风、调整培养密度，菌丝可重新恢复生长。

（4）培养基含水量过高 培养基含水量应在65%～70%，当培养基含水量偏大时，菌袋底部水分含量更高，当菌丝长到水分偏多的培养料时，生长就会缓慢，菌丝偏弱。

十 出耳管理

1. 搭设好耳床或耳棚

耳床的制作可根据地势和降雨量做成地上床或地下床，以地面平床形式较好。做好耳床后，床面要慢慢地浇重水一次，使床面吃足吃透水分，再用500倍甲基托布津溶液喷洒消毒，同时将准备盖袋用的草帘子也用甲基托布津溶液浸泡，然后拎出控干水分。耳棚在移入栽培袋前也要对地面（地面铺层煤渣和石灰最好）和草帘子等进行消毒。

2. 催芽管理

（1）菌袋划口

1）划"V"字形口。用事先消毒好的刀片在栽培袋上划"V"字形口，"V"字形口角度是45°～60°，角的斜线长2～2.5cm。斜线过长，培养基裸露面积大，外界水分也易深入袋内，给杂菌感染提供机会；斜线过短，则易造成穴口小、子实体生长受到抑制使产量降低。划口深浅是出耳早晚、耳根大小的关键。划口刺破培养料的深度一般为0.5～0.8cm，有利于菌丝扭结形成原基。划口过浅，子实体长的朵小，袋内菌丝营养输送效率低，子实体生长缓慢，而且耳根浅、子实体容易过早脱落；划口过深，子实体形成较晚，耳根过粗，延长原基形成时间。


图3-14 划"V"字形口

规格为17cm×33cm的菌袋可以划口2～3层，每个袋划8～12个口，分3排，每排4个，呈品字形排列（图3-14）。划口时应注意以下几个部位不

要划口：

① 没有木耳菌丝的部位不划。

② 袋料分离严重处不划。

③ 菌丝细弱处不划。

④ 原基过多处不划。

2）划“一”字形口。用灭过菌的刀片在袋的四周均匀地割 6～8 条“一”字形口（图 3-15），以满足黑木耳对氧和水分的要求，有效地促进耳芽形成。“一”字形口宽度为 0.2cm、长度为 5cm。实践证明出耳口宜窄不宜宽，在湿度适宜的情况下，过宽的出耳口容易使原基分化过多，造成出耳密度大，耳片分化慢且大小不整齐，整朵采摘影响产量质量，如果“采大留小”容易引起污染和烂耳现象。开口窄一些，不仅能保住料面湿度，而且可在口间形成 1 行小耳，出耳密度适宜，耳片分化快，当耳片逐步展开向外延伸时正好把“一”字形口的两侧塑料边压住，喷水时袋料之间不会积水，防止出耳期间的污染和烂耳发生，增加出耳次数，提高黑木耳的产量和质量。

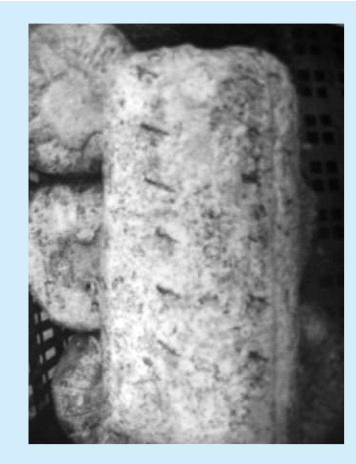


图 3-15　划“一”字形口



【注意】 划“一”字形口，要选用原材料优质、袋薄且拉力强的聚乙烯菌袋，这样菌袋与菌丝的亲和力好，袋料不易分离，可降低由于袋料分离引起的乱现蕾、杂菌污染和病害发生，提高产量。菌袋拉力强，培养料才能装得紧，菌袋才不易破损。

划口后的栽培袋就可摆袋或吊袋，一般地栽每平方米可摆袋 25 袋。若吊挂栽培袋可用塑料绳吊袋，每串间距 20cm，袋与袋间距不小于 10cm，一条绳上可吊 10 袋左右，每行间距 40cm。



（2）催芽方式 根据不同的气候条件，选择不同的催芽方式。

1）室外集中催芽。在春季气候干燥、气温低、风沙大的季节栽培黑木耳时，为使原基迅速形成，应采取室外集中催耳的方法，待耳芽形成之后再分床进行出耳管理。

做床前应将周围污染源清理干净或远离污染源，要求床面平整，床长、宽因地制宜，去除杂草，床面宽为1.2～1.5m，床长不限，床高15～20cm，作业道宽50cm左右。摆袋之前浇透水，然后在床面撒石灰或喷500倍甲基托布津稀释液，催芽时床面上可以暂时不用铺塑料膜，直接将菌袋置于菌床上面，利用地面的潮度促进耳芽的形成。

划口后把菌袋集中摆放在菌床上，间隔2～3cm，摆放一床空一床，以便催芽环节完成后分床摆放。盖上草帘，如果气温低可先覆盖一层塑料薄膜，上面再盖草帘。依靠地面、草帘的湿度保持环境湿度；依靠草帘和塑料薄膜保温，保证划口处菌丝不易干枯，尽快愈合扭结原基。室外集中催芽过程中耳芽形成的条件及管理要点如下：

①湿度。原基形成期需空气相对湿度80%以上，划口处一经风干后，再形成原基的能力较差。因此在原基形成期摆袋后保持出耳床面湿润，保持草帘湿润，地面与草帘之间的空气相对湿度即可满足需要。保持床内的湿度，要少喷水，勤喷水，一般用喷水带喷水，每次不超过5min，每天喷4～6遍，做到草帘的水分“湿而不滴”为宜，在湿度较高的情况下，要将塑料薄膜掀开，傍晚时重新盖好。

②温度。黑木耳出耳时的温度范围是10～25℃，原基形成和分化的温度为15～25℃，如果耳床内长期处于15℃以下温度，菌丝活力较差，原基形成自然缓慢。如果温度偏低时，可罩大棚膜，利用光照增温，但要注意定时通风。要严格控制菌床内的温度不能过高，出现高温应及时通风，发现菌袋出黄水或者真菌污染要及时撤掉草帘，进行晒床。

③温差。黑木耳耳芽形成要有一定温差，即夜间温度与中午温度差距应大于10℃左右。如果昼夜温差过小会造成原基形成过慢。

用自然的地下水或井水浇灌，由于水温较凉，可起到加大温差的效果。也可根据栽培地温度情况，可盖或不盖草帘或加盖塑料布等方法增加温差。夜间掀开覆盖草帘，可充分利用北方昼夜温差大的特点，刺激原基形成。

④ 光线。适当的散射光可诱导原基形成，因而草帘不应过密，以“三分阳七分阴”为宜，这样菌床内就有适当的光线。可视温、湿度情况于早晚掀开草帘 30～60min。

⑤ 通风。耳芽形成期间既怕不通风造成缺氧，又怕通风过大引起水分过度散失，应按照“保湿为主、通风为辅、湿长干短”的原则进行。既要防止通风过大把划口处的菌丝吹干，造成出耳困难，又要防止菌床内高温高湿引起菌袋发热，造成划口处杂菌感染，出现流红水、真菌感染等现象。

一般 15～20 天就可以形成耳芽原基。室外集中催芽主要是解决气候干燥、风沙大、原基形成缓慢、出耳不齐影响产量的问题。

【注意】 分床疏散管理的最佳时期是原基上分化出锯齿曲线耳芽时，此时耳片生长需要较大的温差、干湿差和适当散射光。分床时应在晨曦或夕阳中揭开草帘，将袋疏散开，按常规出耳方式摆放。若分床过晚，会造成耳片粘连，严重时导致互相感染。

2）室外直接摆袋催芽。室外直接摆袋催芽适用于低洼地块或林间，按照室外集中催耳方法将耳床处理好，床面覆盖有带孔的塑料薄膜，也可用稻草、单层编织袋等覆盖，防止后期喷水时泥沙溅到耳片上。将长满菌丝且经过后熟的菌袋运到出耳场，划口后将菌袋均匀地摆放到菌床上，菌袋间隔 10～12cm。摆后菌床上盖草帘或遮阳网直接进行催耳，如果春季气温低、风大可在菌床四周用塑料薄膜围住，整个菌床再盖上草帘遮光。床内温度控制在 25℃以下，湿度控制在 70%～85%，2 天后开始喷水，一般早晚温度低时喷水，即上午 5：00～9：00，下午 5：00～7：00，每天喷水 5～10min。雨天不喷水、中午高温不喷水、阴天少喷水。经 15～25 天就有耳基形成。耳基形成后应将草帘和塑料薄膜撤掉，进行全光管理。



【注意】 催芽期间应密切注意菌床的温湿度变化，如果发现温度超过25℃，则应及时撤掉塑料薄膜，掀开草帘通风降温。如果天气炎热，床内温度降不下来，则即使菌袋没有出耳，也必须将草帘和塑料薄膜撤掉，进行全光管理。

3）室内集中催芽。为避免室外气温、环境的剧烈变化，菌袋划口后可采取室内或大棚催芽。室内催芽易于调节温、湿度，保持较为稳定的催芽环境，菌丝愈合快、出芽齐，比较适合春季温度低、风大干燥的地区。

室内催芽要求室内污染菌袋少，杂菌含量少，并且光照、通风条件好。催芽时将划完口的菌袋松散地摆放在培养架上，划口后的菌袋菌丝体吸收大量氧气，新陈代谢快，菌丝生长旺盛，袋温升高。为了避免高温“烧菌”，所以排放菌袋时袋与袋之间应留2～3cm的距离，以利于通风换气。如果室内温度过低，菌袋划口后先卧式堆码在地面上，一般3～4层，提高温度有利于划口处断裂菌丝的恢复，培养4～5天待菌丝封口后采取立式分散摆放，间距2～3cm，如果菌袋数量过多也可双层立式摆放。其管理要点如下：

① 温度。划口后开始4～5天是菌丝恢复生长的阶段，室内温度应控制在22～24℃，促进菌丝体的恢复。经5天左右菌丝封口后，可将室内温度控制在20℃以下，并加大昼夜温差，白天温度高时适当降温，夜间温度低时可以开窗降温刺激出耳。如果室内温度长时间过高，开门、开窗也降不下来，则不适合继续在室内催芽，应及时将菌袋转到室外。

② 湿度。通过向地面洒水或用加湿器等增加湿度。菌丝体恢复生长的阶段，划口处既不能风干也不能往划口处浇水，空气相对湿度要控制在70%～75%，之后逐渐增加室内空气相对湿度，空气相对湿度要提高到80%左右，每天在地面洒水，空间、四壁上喷雾。具体操作方法是每天早、中、晚喷水3～5次，喷水前打开门窗通风30min，然后喷水喷雾，再关闭门窗保温保湿。菌丝愈合后有黑色的耳线形成并已经封口后，可适当向菌袋喷雾增湿。

③ 光照。耳芽形成期间需要散射光，若光线不足会影响原基的

形成，延迟出耳；但是较强的光线会引起菌袋身上出现原基，造成不定向出耳。如果大棚或室内光线过强要适当地遮挡门窗，或者菌袋上覆盖草帘、遮阳网等进行遮光。

④ 通风。室内空气新鲜可以促进菌丝的愈合和原基的分化，适当通风还可以调节环境的温湿度。室内温度、湿度过低时应以保温保湿为主，少开门窗减少通风，尤其是在划口后的菌丝愈合期应防止过大的对流风造成划口处菌丝风干。如果室内温度高于25℃可全天敞开门窗，让空气对流，防止“烧菌”。

室内催芽一般经过15～20天，划口处就会形成原基，这时就可以摆放到出耳床上，进行出耳管理。



【注意】 摆袋前室内停止用水并打开门窗通风2～3天，使耳芽干缩与菌袋形成一个坚实的整体，再运往出耳场地进行出耳管理。

3. 分床

分床是将原来催芽时的1床菌袋分成2～3床菌袋进行出耳管理。一般根据气温变化和查看菌袋耳芽形成情况来决定分床摆放的时间；另外还要根据当地实际情况，结合栽培品种类型来确定。只有合理安排出耳时间，才能达到优质高产。

分床时间拖后容易导致木耳还未出完就要面临高温，感染杂菌机会增多，而且在高温下生长的木耳薄而黄，品质不好。但分床也不可以过早，因为分床太早室外气温低，耳芽生长缓慢，时间长会增加感染杂菌及病害的机会。



【提示】 要根据出芽情况选择分床时间，当催芽结束、划口处耳芽已经隆起将划口处封住时，要及时分床，进入出耳管理阶段。若分床过晚，因催芽时菌袋摆放较密会导致相邻袋之间的耳芽相互粘连，这时菌袋再分开时会使一部分耳芽被粘到另一个菌袋的耳芽上，不仅会使丢失耳芽的菌袋出现缺芽孔，而且由于粘连的耳芽随着浇水烂掉而给粘连耳芽的菌袋也带来病害，所以观察耳芽隆起接近1cm，就要及时分床进行出耳管理。



4. 出耳方式

（1）吊袋栽培 将划口的菌袋用预先备好的“S”形铁丝钩钩在扎袋口橡皮筋上，悬挂在出耳场地。挂袋时一定要控制挂袋密度，切忌超量；要顺风向、有行列、分层次，袋与袋之间互相错开，上、下、前、后、左、右距离不小于10cm，以便每个菌袋都能得到充足的光照、水分和空气。此法的优点是省地（10000袋占地140m^2）、易管理（1人能管理5000～10000袋）、烂耳少、病虫害轻、黑木耳杂质少。此法的不足之处是通风和湿度不易控制，产量低，平均每袋鲜耳重400g左右（总产量），此法宜在小于4年树龄的林地内栽培。

（2）大田仿野生畦栽 这种出耳形式是模拟自然条件下栽培木耳的方法，可充分利用地面的潮气，能够很好地协调湿度、通气和光照的关系，增加袋栽木耳的成功率，产量高，平均每袋鲜耳重500g（总产量）。此法不用搭建耳棚，可在房前屋后空地制作耳床，地面摆袋出耳。这种方法的缺点是占地面积大、空间利用率低、费工，1人管理难以超过20000袋；湿度大时易出现烂耳现象；杂质较多，晾干前通常需要清洗去掉杂质；在连阴雨天时管理较烦琐。

【注意】 菌袋摆放的行与列原则上按照“品”字形摆放，袋与袋间距10cm左右，摆放时最好用一个与袋底同样大小的木槌先在地面砸一下，使摆上去的菌袋比较平稳。

5. 浇水设施的安装

由于黑木耳地栽占地面积大，采用合适的浇水设备，不但便于操作，降低劳动强度，而且浇水均一，潮度适宜。黑木耳栽培用水最好是新鲜、冰冷的地下水或井水，也可用洁净、无污染的河水、自来水。浇水设施可以采用微喷管或喷头喷灌，两者需加一个加压泵，或者直接用潜水泵抽水浇灌。

（1）微喷管 微喷管为塑料管，上面用激光打有密孔。当水流到管内，达到一定压力，水就从激光打孔处呈雾状喷出，输水管长度可随出耳菌床的长短而定，最大覆盖面可达2m，每个菌床可用一根输水管。如果采用定时器来自动控制水泵开关，使用效果较好，

一方面可以免去夜间人工开关水泵，减少工作量；另一方面夜间浇水，木耳生长快且不易感染杂菌。

（2）旋转式喷头 需在各菌床间铺设塑料输水管道，在距地面30～50cm高度安装喷头，保证每个喷头可覆盖半径6～8m的范围，水在一定压力下经喷头呈扇形喷出。这种浇水方法水滴大，子实体吸水快，节水效果好。

6. 出耳管理

当原基逐渐长大，耳芽生长并逐步展开分化成子实体，就进入了出耳管理阶段。

（1）出耳环境的控制

1）保持湿度。出耳期间，应以增湿为主，协调温、气、光诸因素，尤其在子实体分化期需水量较多，更应注意。菌袋划口后，喷大水1次，使菌袋淋湿、地面湿透、空气相对湿度保持在90%左右，以促进原基形成和分化（图3-16）。整个出耳阶段，空气相对湿度都要保持在80%以上，如果湿度不足，则干缩部位的菌丝易老化衰退，尤其在出耳芽之后，耳芽裸露在空气中，这时空气中的相对湿度如果低于90%，耳芽易失水僵化，影响耳片分化。



图3-16 黑木耳湿度管理

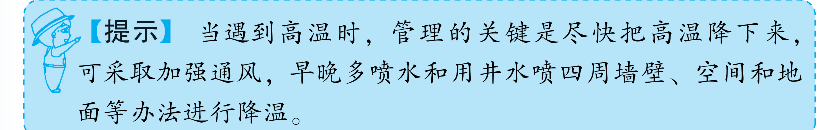
【提示】 为保持湿度，最好在地面铺上大粒沙子，每天早、中、晚用喷雾器或喷壶直接往地面、墙壁和菌袋表面喷水，以增加空气相对湿度。对菌袋表面喷水时，应喷雾状水以使耳片湿润不收边为准，应尽量减少往耳片上直接喷水，以免造成烂耳。

2）控制温度。出耳阶段温度以22～24℃为宜，最低不低于





15℃，最高不超过27℃。温度过低或过高都会影响耳片的生长，降低产量和质量。尤其在高温、高湿和通气条件不好时，极容易引起杂菌的污染和发生烂耳现象。


【提示】 当遇到高温时，管理的关键是尽快把高温降下来，可采取加强通风，早晚多喷水和用井水喷四周墙壁、空间和地面等办法进行降温。

3）增加光照。黑木耳在出耳阶段需要有足够的散射光和一定的直射光。增加光照强度和延长光照时间，能加强耳片的蒸腾作用，促进其新陈代谢活动，使耳片变得肥厚、色泽黑、品质好，光照强度以400～1000lx为宜。

【提示】 袋栽黑木耳，在出耳期间，要经常倒换和转动菌袋的位置，使各个菌袋都能均匀地得到光照，提高木耳的质量。

（2）出耳阶段的管理

1）耳基形成期。指在划口处出现子实体原基，逐渐长大直到原基封住划口线，“V”形口两边即将连在一起的这段时期。这段时期一般为7～10天，要求温度在10～25℃范围内，空气相对湿度在80%左右，可通过往草帘上喷雾状水（耳棚向空间喷雾状水）来调节湿度。

【注意】 绝不能向栽培袋上浇水，以免水流入划口处造成感染。这段时期还要适时通风，早晚给予一定的散射光照，以便促进耳基的形成，增加木耳干重。

2）子实体分化期。经5～7天原基形成珊瑚状，并长至桃核大时，上面开始伸展出小耳片，这个阶段要求空气相对湿度控制在80%～90%的范围内，保持木耳原基表面不干燥即可（偶尔表面发干也无妨，这可以给子实体分化生长积聚营养）。这段时期还要创造冷冷热热的温差（利用白天和夜间的温差，10～25℃之间），并及时流通空气，利于子实体的分化。

3）子实体生长期。待耳片展开到1cm左右时，便进入子实体生长期（彩图3）。这段时期要加大湿度（空气相对湿度在90%～100%之间）和加强通风。浇水时可用喷水带直接向木耳喷水，让耳片充分展开。过几天要停止浇水，让空气相对湿度下降，耳片干燥，使菌丝向袋内培养料深处生长，吸收和积累更多的养分。然后再恢复浇水，加大湿度，使耳片展开。这个阶段的水分管理十分重要，要做到"干湿交替、干就干透、湿就湿透、干湿分明"。

干，可以干3～4天，干得比较透。干的目的是让胶质状的子实体停止生长，让耗费了一定营养、紧张过一段的菌丝休养生息、复壮一些，再继续供应子实体生长所需的营养（这也是胶质状耳类和肉质状菇类的不同所在）。干是为了更好地长，但它的表现形式是"停"，干要和子实体生长的"停"相统一。湿，要把水浇足、细水勤浇，浇3～4天，其目的就是长子实体，只有这样的湿度才能长出长好子实体，最好利用阴雨天，3天就可成耳。这样可以"干长菌丝，湿长木耳"，增强菌丝向耳片供应营养的后劲。

【注意】 干燥和浇水的时间不是绝对的，应"看耳管理"，要根据天气等实际情况灵活掌握。加强通风可以在夜间全部打开草帘子，让木耳充分呼吸新鲜空气。如果白天气温高于25℃时要采取遮阴的办法降温，避免高温高湿条件下出现流耳或受到杂菌污染。有些耳农栽的木耳产量低、长杂菌，原因多是"干没干透，湿没湿透"，致使菌丝复壮困难，子实体也没得到休息，一直处于"疲劳"状态，活力下降，抗杂能力弱。



子实体生长期为10～20天。子实体生长阶段要有足够的散射光或一定的直射光。可以在傍晚适当晚一些遮盖草帘或早晨时早一些打开草帘来满足木耳对光线的要求，促进耳片肥厚，色泽黑亮，提高品质。

4）成熟期。当耳片展开、边缘由硬变软、耳根收缩、出现白色粉状物（孢子）时，说明耳片已成熟。在耳片即将成熟阶段，严防过湿，并加大通风，防止真菌或细菌侵染造成流耳。

7. 采收及晾晒

黑木耳从分床到完全成熟采收，需30～40天的时间，黑木耳达



到生理成熟后耳片不再生长，此时要及时采收。如果采收过晚，耳片就会散放孢子，损失一部分营养物质，生产的耳片薄、色泽差，还会使重量减轻；而且如果遇到连阴雨还会发生流耳现象，造成丰产不丰收。

（1）采收标准 黑木耳初生耳芽呈杯状，以后逐渐展开。正在生长中的子实体褐色，耳片内卷，富有弹性。当耳片随着生长向外延伸，逐渐舒展，根收缩，耳片色泽转浅，肉质肥软，说明耳片接近成熟或已成熟，应及时采收。最好是耳片长至八九分熟，还未释放孢子时采收，此时耳片肉厚、色泽好、产量也高。

【提示】 当耳片充分展开，有的腹面甚至已经产生白色孢子粉时，则晾晒后的木耳形态不如碗状木耳商品性高，而且过度成熟会使重量减低。

（2）采收方法 采耳前1～2天应停水，并加强通风，让阳光直接照射栽培袋和木耳，待木耳朵片收缩发干时采收。采收应在晴天上午进行，采收时在地上放一个容器，用裁纸刀片沿袋壁耳基削平，整朵割下，不留耳根，否则易发生霉烂，影响下一次出耳。也可一手轻轻按住菌袋，一手扭转子实体将耳一次采下，然后用利刀将带培养料的耳根去掉。

【注意】 在采收时要注意操作，务必使鲜耳洁净卫生，不带杂质。如果鲜耳上溅有泥沙或草叶等杂物，可在清水中漂洗干净，再进行干制。但“过水”耳不仅不易干制，而且有损质量，因此，除极其泥污的鲜耳之外，一般的应尽量不用水洗。

黑木耳也可分批采收，以“采大留小”为原则，将成熟的耳片采下，而稍小的木耳待其长大时再进行采摘。分批采收使木耳大小均一、质量好，并且节省晾晒空间。

（3）晾晒

1）晾晒架。晾晒设施是用木质架子搭成，铺上纱网，把采摘下来的湿木耳放在上面晾晒。架高80～100cm，宽1.5～2m，架子上方

用竹条围成拱形棚，床架一侧放置好塑料布或苫布。晴天因纱网通风好，晾晒快；阴天由于纱网与木耳接触面积十分小，不会粘连在纱网上；遇上连阴雨天，将床架上的塑料布或苫布盖上遮雨，里面照样通风、透气。这种方法既适合晴天又适合阴天和雨天，优点是成本低，通风好，晾晒时间快，晾晒处的木耳形态美观、质量好、售价高。晾晒床架搭制的尺寸可以随着地形自由选择宽度和长度。塑料布用塑料绳或铁丝固定于床架上，每隔 1 ~ 2m 最好用绳暂时捆住，以防风大将塑料布掀开（图 3-17）。

2）晾晒。晾晒影响到黑木耳产品的外观形态，一般将采下的每朵木耳顺耳片形态撕成单片，置于架式晾晒纱网上，靠日光自然晾晒，在晒床上堆放稍密，待干至成形前不要翻动，以免耳片破碎或卷朵，影响感官质量。黑木耳品质不同，晾晒时间也不一样，一般为 2 ~ 4 天，如果木耳片厚，则晾晒时间长；如果木耳片薄，则晾晒时间短一些。



图 3-17　黑木耳晾晒

【提示】 晾干的木耳要及时装袋并于低温干燥处保存。干制的木耳角质硬脆，容易吸湿回潮，应当妥善储藏，防止变质或被害虫蛀食造成损失，一般装入内衬塑料袋的编织袋内，存放在干燥、通风、洁净的库房里。

8. 采后管理

正常情况下，黑木耳可采三潮耳，分别占总产量的 70%、20% 和 10% 左右。转茬耳的管理技术要点是：一是采收后的耳床要清理干净，进行一次全面消毒，清理耳根和表层老化菌丝，促使新菌丝再生。二是将菌袋晾晒 1 ~ 2 天，使菌袋和耳穴干燥，防止感染杂菌。三是盖好草帘，停水 5 ~ 7 天，使菌丝休养生息，恢复生长。待



耳芽长出后，再按一潮耳的方法进行管理。

9. 出耳管理易出现的问题

（1）转茬出耳困难或不出耳

1）菌袋失水。经出头潮耳后，菌袋内含水量会明显下降，通常会降低15%～20%，如果头潮耳管理不善，水分下降30%以上，则水分不能维持菌丝自身需要，无法为子实体输送水分，造成转潮耳出耳困难或不出耳。

2）拖后采收。当木耳达到采收标准时应及时采收，有的菇农为了争取多产耳，无限度拖延采收期，以致子实体成熟过度、营养消耗过大、产量降低，并造成烂耳和引起杂菌感染。

3）伤口曝晒。采收伤口处经强光曝晒，使袋内水分蒸发，表面菌丝发干，原基难现，不长耳。

4）环境污染。第一潮耳采收后，由于耳根未清理，残根发霉，或采收后掉下的废弃物如基质碎屑、耳片、草帘等随着湿度加大，发生霉烂，引起杂菌传播菌袋，危害菌丝体。

5）环境失控。第一潮耳采收完毕后，环境气温日渐升高，抑制菌丝体生长，菌袋污染杂菌等影响转潮耳。

（2）转潮耳杂菌污染　黑木耳在正常情况下能出三潮耳，但目前有些地区头潮耳采收后，未等二潮耳长出就感染了杂菌，分析原因如下：

1）暑期高温。菌丝生长阶段的温度是4～32℃，如果袋内温度超过35℃，菌丝死亡，逐步变软、吐黄水，采耳处首先感染杂菌。

2）采耳过晚。要当朵片充分展开，边缘变薄起褶子，耳根收缩时采收。这时采收的黑木耳弹性强、营养不流失、质量最好。

3）上潮耳根或床面未清理干净。残留的耳根，因伤口外露，易感染杂菌。采耳时掀开草帘，让阳光照射，使子实体水分下降、适度收缩，采收时不易破碎，利于连根拔下。拔净耳根利于二潮耳形成，避免杂菌滋生。

4）菌丝体断面未愈合。采耳时要求连根抠下并带出培养基，菌丝体产生了新断面，在未恢复时，抗杂能力差，这时浇水催耳，容易产生杂菌感染。

5）草帘霉烂传播杂菌，草帘要定期消毒。

6）采耳后菌袋未经光照干燥，草帘或床面湿度大。二潮耳还未形成前，菌丝体应有个愈合断面、休养生息、高温低湿的阶段。倘若此时草帘或床面湿度大，又紧盖畦床，菌袋潮湿不见光，很易产生杂菌污染。采耳后菌袋要晒3～5h，使采耳处干燥；床面和草帘应彻底晒，晒完的菌袋盖上晒干的帘子，养菌7～10天。

7）浇水过早过勤。在二潮耳还未形成和封住原采耳处断面时，就过早浇水。

（3）流耳 耳片成熟后，耳片变软，甚至耳根自溶腐烂。黑木耳流耳是细胞充分破裂的一种生理障碍现象，黑木耳在接近成熟时期，不断地产生担孢子，消耗子实体里面的营养物质，使子实体趋于老化，此时遇到过大的湿度极容易溃烂。

1）发生原因。耳片成熟时，若遇持续高温、高湿、光照差、通风不良，常会造成大面积流耳。袋料栽培黑木耳，培养料过湿，酸碱度过高或过低，影响黑木耳正常生长而造成流耳；在温度较高时，特别是湿度较大，而光照和通风条件又比较差的环境中，子实体常常发生溃烂，细菌的感染和害虫的危害也会造成流耳。

2）防治。针对上述发生流耳的原因，应加强栽培管理，注意通风换气、光照等；及时采收，耳片接近成熟或已经成熟时立即采收；可用25mg/L的金霉素或土霉素溶液喷雾，防治流耳。

（4）子实体畸形

1）拳状耳。

① 症状：原基不分化，耳片不生长，球状原基逐渐增大，也称拳耳、球形耳，在栽培上称不开片。

② 病因：出耳时通风不良；光线不足；温差小，划口过深过大；分化期温度过低。

③ 防治措施：划口规范标准；耳床不要过深，草帘不要过厚；分化期加强早晚通风，让太阳斜射光线照射刺激促进分化；合理安排生产季节，早春不过早划口，秋栽不过晚栽培；防止分化期过冷。

2）瘤状耳。

① 症状：耳片着生瘤、疣状物，常伴虫害和流耳现象。





② 病因：它是高温、高湿、不通风综合作用的结果，虫害和病菌相伴滋生并加重瘤状耳的病情；高温、高湿的季节喷施微肥和激素类药物也会诱发瘤状耳。

③ 防治措施：季节安排得当，避开高温高湿季节出耳；子实体生长期要注意通风，为抑制病害与虫体滋生，耳床应多照散射光；高温时节慎用化学药物喷施。

3）黄白耳。

① 症状：耳片色浅，发黄甚至趋于白色，片薄。

② 病因：光线不足，通风不良；采收过晚，耳片成熟过分；种性不良。

③ 防治措施：草帘不宜过厚，早晚多通风见光；及时采收，保证质量；生产时选择优质菌种，禁用劣质菌种或转管（袋）过多的菌种。

4）单片耳。

① 症状：木耳不成朵，三两单片丛生，往往耳片形状不正。

② 病因：菌种种性不良；栽培袋菌丝体超温或老化；培养基配方不当，营养不良或氮源（麦麸、豆粉等）过剩；原料过细，装袋过紧，培养基不透气。

③ 防治措施：严把菌种关，不购伪劣菌种，防止放射线照射（如铁路安全监察设施）；养菌防止高温，防止菌丝吃料慢而延长养菌期；严格配料配方，不用过细原料，装袋要标准。

第三节　黑木耳栽培技术展望

一　加强栽培种质的多样性

我国黑木耳产业发展前景广阔，但在菌种上还存在一些问题。全国普遍存在菌种市场混乱、菌种管理滞后的问题，乱引种、乱命名等现象普遍，同名异种和同种异名的现象严重。品种退化、老化、混杂和杂菌污染等菌种质量问题日益严重，给菌种质量管理和质量事故责任追究带来了很大困难，也为黑木耳产业健康发展带来不利影响。

未来对全国黑木耳主要栽培菌株的生物学特性、栽培特性、形态特征、遗传特性等方面进行研究，掌握不同栽培菌株准确的鉴别方法，客观评价我国黑木耳栽培种质资源的遗传多样性，是充分利用我国黑木耳栽培种质资源、开展黑木耳良种选育的基础，也是保护我国黑木耳种质资源、保护黑木耳品种产权的基础。

二 改善黑木耳品质，提高质量安全水平

如何提高袋料黑木耳品质，使我国袋料黑木耳生产从量的扩张向质的提高转变，增强其在国际市场上的竞争力和创汇力，是我国黑木耳科技发展中一个具有现实意义的研究课题。同时，我国黑木耳安全质量问题还相当严重，特别是病虫害防治技术落后，耳农乱用农药现象相当普遍，培养料及其他原辅材料缺乏质量安全标准，一些添加剂、消毒剂加入到培养料中，给产品质量安全带来了巨大威胁。黑木耳无公害标准化生产技术体系需要研究、推广和普及。黑木耳有害重金属和农药残留污染，严重制约了黑木耳的国际竞争力和出口贸易量的提高。

改善黑木耳品质，提高质量安全水平可从以下几个方面入手：

1）黑木耳袋料栽培设施化、智能化控制技术。

2）无公害优质黑木耳高效栽培体系研究。

3）黑木耳安全型培养料及其他辅料的标准化研究。

4）黑木耳病虫害无害化防治技术研究。

5）农药残留成因和有害重金属富集规律与控制技术研究。

三 利用分子生物学技术研究遗传学基础，提高黑木耳科研水平

在对黑木耳进行种质资源遗传多样化和亲缘关系评价鉴定的基础上，研究分子生物学技术在选择优良亲本和筛选优良杂交分子方面的研究，利用常规的杂交育种技术，原生质体融合技术或基因工程育种技术，选育出符合黑木耳升级换代所需要的优良品种。同时开展与产量、抗性、品质、营养等重要性状相关的基因定位，构建黑木耳遗传图谱和物理图谱，研究功能基因的表达与功能验证，建立高效稳定的遗传转化体系，进行重要基因克隆和外源功能基因转化。这些方面都是黑木耳重要的研究课题。





四 提高黑木耳标准化生产水平，推动产业升级

随着黑木耳袋料栽培技术的不断成熟，应积极采取推进黑木耳设施化栽培生产，采取控温控湿和通风措施，完成黑木耳从小作坊生产向设施化、标准化生产过度。实行设施化、标准化生产，不仅可以提高生产效率，降低生产成本，减轻耳农的劳动强度，缓解生产季节农村劳动力不足，而且可以克服菌种混乱、原料质量参差不齐、杂菌多、污染高等问题，特别是可以减少消毒剂、添加剂和杀虫剂的使用，提高标准化栽培水平和机械化、自动化程度，保证黑木耳产业持续健康、高质量发展。

五 黑木耳产品精深加工需进一步加强

黑木耳含多种营养成分，也是一种药用真菌，具有补气血、凉血止血、润肺益胃、润燥利肠、舒筋活络、镇静止痛、轻身强志等功效。目前我国黑木耳产品以干品销售为主，产品形式单一，精深加工水平极为落后。需进一步提高功能活性物质提取、纯化，结构改进，产品质量检测与控制，保健食品与药品加工等关键技术。黑木耳多糖分离纯化工艺、多糖结构与功能的关系、多糖体在人体内的作用机理、多糖分子结构化学修饰方法及结构表征的深入研究，为产品深加工奠定科学基础。



——第四章——
毛木耳高效栽培

毛木耳［*Auricularia polytricha*（Mont.）Sacc.］，又名构耳、粗木耳，又称黄背木耳、白背木耳，我国南方地区称黄背耳、白背耳，属真菌门、层菌纲、木耳目、木耳属。毛木耳质地脆、可口，似海蜇皮，有“树上蛰皮”之美称，可以凉拌、清炒、煲汤，深受消费者的喜爱，目前在我国已广泛栽培，尤其以福建、山东、江苏、河南栽培较多。毛木耳干品也是一项重要的出口商品，在国际市场上有很好的销路，特别是在日本、菲律宾等国家，他们认为毛木耳切成细丝凉拌食用，比黑木耳耐嚼、香脆、回味好，深受消费者喜爱。

毛木耳具有较高的药用价值，它具有滋阴强壮、清肺益气、补血活血、止血止痛等功用，是纺织和矿山工人很好的保健食品。据日本的资料报道，毛木耳背面的绒毛中含有丰富的多糖，是抗肿瘤活性最强的六种药用菌之一（其他为灵芝、云芝、桦褶孔菌、树舌、红栓菌）。近年来不少学者认为纤维素是保持人体健康所必需的营养素，毛木耳的质地比黑木耳稍粗，粗纤维的含量也较高，但与其他食用菌相比，其含量也并不高，而且这种纤维素对人体内许多营养物质的消化、吸收和代谢起很好的作用。

第一节　生物学特性

一　形态学特性

1. 菌丝体

毛木耳菌丝无色透明，有横膈和分枝，次级菌丝具有锁状联合。



孢子萌发产生的初级菌丝仅1个细胞核，菌丝较细弱。可亲和的两根初生菌丝扭结后形成的次级菌丝较粗壮。

2. 子实体

毛木耳子实体初期杯状，渐变为耳状至叶状，或不规则形，通常群生，有时单生，棕褐色至黑褐色（彩图4）。子实体角质，干后变硬、角质。子实体大部分平滑，稀有脉络状皱纹，基部常有皱褶，红褐色，常微显紫色，直径10～15cm，干后强烈收缩。背面（不孕面）灰褐色、红褐色、茶褐色至灰瓦色。

毛木耳主要分为黄背木耳和白背木耳两大类，两类子实体在形态上有一定的区别，尤其在色泽和背毛上差异较大。黄背木耳耳基在光线较弱的情况下呈红色，光线越弱，颜色越浅；随着光线的增强，耳基表面呈棕灰色，耳片展开后，背面密生白色绒毛，内面表层着生一层粉红的粉状物。白背木耳在通风好、光线足、温度为15～20℃的条件下，朵型大，面黑背白，肉质肥厚，干制后色黑，背面毛白，商品外观性好；最典型的特点是背面绒毛多而白，耳芽杯状，黄褐色附白绒毛；成熟后耳片角质脆嫩，腹面紫褐色，晒干后变为黑色，背面白色，耳片直径8～43cm，耳片成熟时反卷。

【提示】 黑木耳与毛木耳的区别：

1）外形区别：毛木耳的外形与黑木耳差不多，但毛木耳背后却长满了黄色的绒毛，叶片也比黑木耳的要厚一些。

2）口感区别：同样的做法，黑木耳吃起来嫩嫩的滑滑的，还有一点黏黏的感觉；毛木耳叶片很厚，比较脆，比较爽口，味道差一些。

3）烘干重量区别：由于黑木耳和毛木耳所含的水分不一样，同样是晒出1kg干木耳，需要新鲜的黑木耳是20kg左右，而毛木耳却只需要8kg，干木耳的价格虽然相差两三倍，但是鲜木耳的价格却差不多，毛木耳和黑木耳的种植效益也就相差无几。

二 生态习性

毛木耳为世界上广泛分布的菌类，是一种在腐木上生长的菌类，

我国南北各地均有分布。野生毛木耳在夏、秋两季雨后丛生于臭椿、锥栗、栲、樟、柿、核桃、乌桕、杨、栎、柳树、桑树、洋槐等朽木或腐木上，在山林及庭院中各种阔叶树的腐木上也有分布。国内主要分布于吉林、内蒙古、河北、山西、河南、陕西、甘肃、青海、安徽、江苏、浙江、江西、贵州、云南、广西、广东、福建、海南、台湾、西藏、山东、湖南、香港、黑龙江、湖北、四川，分布最高海拔 3400～3800m；国外主要分布于美洲、非洲、澳大利亚、太平洋群岛以及亚热带地区。

三 生长发育条件

1. 营养条件

（1）碳源 毛木耳为木腐菌，可广泛利用多种有机碳源，菌丝通过分泌胞外酶降解基质获得营养。菌丝生长的最适碳源为葡萄糖和麦芽糖，以此为碳源，菌丝洁白致密，长势良好；以淀粉与蔗糖为碳源，菌丝也较洁白、致密；而以糊精与甘露醇为碳源，则菌丝稀疏，长势较差；菌丝对双糖（如蔗糖、麦芽糖）、淀粉、木质素、纤维素和半纤维素等也有很强的分解能力。在制备斜面培养基时，一般需添加葡萄糖、麦芽糖、酵母浸膏、马铃薯为碳源。

【提示】 生产栽培中，棉籽壳、玉米芯、甘蔗渣、杂木屑、农作物秸秆、稻草等是常用碳源。

（2）氮源 氮源是合成氨基酸和核酸不可缺少的原料，氮源不足，菌丝细弱无力，严重影响质量和产量；但高浓度氮在促进营养生长的同时，又会抑制生殖生长。毛木耳能利用的氮源包括蛋白质、氨基酸、尿素、铵盐等，生产栽培中，硫酸铵、硝酸铵容易与石灰反应释放氨气而影响菌丝生长，一般不用。硝酸钾、硝酸钠对菌丝生长不利，甚至有阻碍作用。以麦麸为氮源，菌丝生长最快，其次为豆饼粉、酵母粉、蛋白胨、玉米粉、酵母膏。麦麸和豆饼作为氮源不仅生长速度快，且菌丝致密，长势良好。



【提示】 生产栽培中，一般以添加麦麸、米糠和玉米粉等作为氮源。



（3）矿质元素 无机盐在调节毛木耳生命活动中起着很大作用，有的是酶活性物质的组成部分，有的是酶的激活剂。毛木耳需要的矿质元素有磷、硫、钾、镁、钙、铁、铜、锰、锌、硼等。生产中常通过添加过磷酸钙、石膏和石灰等补充矿质元素和调节酸碱度。最适宜的无机盐为磷酸二氢钾，其次为氯化钠、硫酸亚铁、硫酸镁，但在含硫酸铜和硫酸锌的培养基上几乎不生长。

（4）维生素 维生素是食用菌生长所必需的营养物质，特别是B族维生素可促进酶的合成，加强对培养料的分解利用。当维生素缺乏时，生长发育受阻。维生素 B_1、维生素 B_2 在麦麸、米糠中含量丰富，一般不需要另加。

2. 环境条件

（1）温度

1）孢子萌发的适宜温度。毛木耳孢子在25～30℃较易萌发，23℃以下萌发迟缓。

2）温度对菌丝生长的影响。黄背木耳菌丝生长温度范围5～35℃，最适温度25～30℃，35℃以上停止生长，40℃以上几小时会死亡。在适宜的温度范围内，温度越高，生长速度越快，但长势不及在相对低温条件好。稍低的温度菌丝生长速度稍慢，但粗壮有力，有利于后期出耳。白背木耳菌丝生长适温范围8～37℃，最适温度为25～28℃。

3）温度对原基分化和子实体发育的影响。毛木耳为中高温、恒温结实型菌类，但不同的菌株对温度具有不同的耐性。黄背木耳子实体适宜在18～32℃生长，以22～28℃最适宜；白背木耳生长的温度范围较窄，子实体生长发育适宜温度13～30℃，最适为18～22℃，高于26℃耳片生长快，但薄且发红、变皱，产品质量差；低于15℃生长缓慢，10℃以下停止生长。

（2）水分

1）水分对菌丝生长的影响。毛木耳菌丝生长的培养料适宜含水量为60%～65%。培养料水分过高，袋内水分过多，含氧量相对减少，会影响菌丝透气性，使菌丝代谢过程中的废弃物不能及时排出，容易造成培养料发酸，菌丝难以生长，杂菌也会乘虚而入。菌丝体

培养阶段，空气相对湿度为70%。对于白背木耳栽培料含水量为58%左右，不能高于60%或低于55%。

2）湿度对子实体形成的影响。耳片生长期空气相对湿度应达到85%～90%，湿度低于80%时，耳基易干枯死亡，耳片边缘变干，耳片不能正常展开。但若喷水次数过多，空气相对湿度长期大于90%，或子实体表面积水，水分处于饱和状态，又会影响组织细胞的呼吸，易形成流耳。

（3）光线 毛木耳菌丝生长期间，不需要光照。光照过强，菌丝生长速度减慢，一般室内散射光线对菌丝生长的影响不大。有研究表明，光照尤其是红光和黄光对菌丝生长有明显的抑制作用，绿光对菌丝生长影响不大，且初期对菌丝生长有促进作用。

毛木耳耳基形成需要散射光诱导，在完全黑暗的条件下，不易形成耳基。在较强的散射光和少量直射光情况下，子实体生长最好。在子实体生长阶段，光照的强弱对耳片色泽、厚度及背毛生长有较大影响。光照强度在100lx以上，耳片厚、颜色深、绒毛长而密；光线不足，耳片薄，色泽浅，绒毛短而少。白背木耳子实体生长期最适光照强度为400～500lx。

（4）空气 毛木耳为好氧性真菌，栽培场所的通风是毛木耳子实体分化的先决条件。菌袋培养中，菌丝生长的基质要求透气性好，因此培养料不能过细。耳片生长期间需要充足的氧气，室内排袋量大，耗氧量也大。若通风不良，氧气不足，原基不易分化，耳片展开受到抑制，不能正常开片，将导致产品头大耳片小，甚至原基转为酱油色以致霉烂或杂菌蔓延。所以栽培场所必须具备良好的通风条件。



在白背木耳生产中，无论是发菌期还是产耳期都应加强通风换气工作。特别是耳芽形成后，若通风不良，二氧化碳浓度过高，耳片不易展开，将会形成“鸡爪耳”，失去商品价值。

（5）酸碱度 酸碱度能影响毛木耳菌丝细胞内酶活性、细胞膜的透性及对金属离子的吸收能力。黄背木耳在pH为5～10范围内菌丝均可生长，最适pH为7～8，培养料在灭菌和菌丝生长过程中会降低pH，因此在配制培养基时，应将pH调至8～9。白背木耳菌丝在



pH 为 4～7 范围内均能生长，而 pH 以 5～6.5 为宜。

装袋时培养料 pH 应保持在 8～9 之间，不足时还要加入石灰，调高培养料的 pH，使其呈弱碱性，有利于防止杂菌感染，提高成活率。

第二节　毛木耳高效栽培技术要点

一　季节选择

毛木耳属于喜中温偏高型菌类，菌丝生长温度为 10～36℃，最适温度为 20～31℃；子实体生长温度为 18～33℃，最适温度为 20～25℃。出耳阶段应避开 30℃以上高温和 18℃以下低温。毛木耳一般在春季栽培，春季栽培制种和栽培时间为：1～2 月制栽培种，2～3 月制栽培袋，4～5 月采收第一批木耳，7～8 月生产结束。各地可根据当地气候条件选择适宜时期生产。

二　栽培设施

凡能满足毛木耳对温度、湿度和空气的要求，阳光不直射的地方均可作为栽培场地。一般民房、半地下室、耳房、室外树荫和简易的荫棚均可利用。无论栽培场地选择何处，均要求环境清洁、通风、近水源、交通便利。在使用前，应做好清洁及消毒处理。生产中也可自行建设耳棚和耳畦。

1. 耳棚建设

耳棚可采用竹竿或木杆作支架建造，四周和顶棚用草帘或秸秆围成，也可利用空闲屋及塑料大棚（图 4-1）。耳棚宽 8.0m、棚边高 2～2.5m、中心高 3～3.5m、长度 50m 左右。



图 4-1　毛木耳耳棚和耳畦

2. 耳畦建设

在耳棚内设出耳畦，耳畦间距 80～100cm，耳

畦最下层铺一立砖（高约10cm）；中间走道1～1.2m；每耳畦排袋10层以下；耳畦两侧可设水泥立柱，用来夹住菌袋。

床架栽培常用竹竿床架、砖框柱床架、活动式床架等，棚内床架高2.5m，宽20～30cm，能横放一个菌袋，床架层距25～30cm，放1个菌袋，每架可建成8～10层。架间留60cm走道。

三 栽培原料及配方

1. 栽培原料

（1）主料 主料是指生产中主要的生产原料，用料量占70%以上，主要为农林副产品，如杂木屑、棉籽壳、玉米芯、玉米秸秆、稻草、麦秸、高粱壳、蔗渣、棉渣、棉秆及各种野草等。

1）杂木屑。杂木屑是指阔叶树的木屑。含有油脂和芳香类物质的树木木屑不能使用，如松树、柏树、杉树、香樟树、桉树等。木屑为木材加工厂的下脚料或者用树枝或小树木粉碎而成的木屑，这种粉碎而成的木屑有效养分含量高。其中木材加工厂的木屑因树木大，边料少，心材多，养分含量较少。杂木屑中蛋白质含量低，而粗纤维、木质素含量高，在使用时，需与含蛋白质高的原料组成生产基质来栽培毛木耳。

【小窍门】>>>>

若杂木屑中含有少量松、柏、桉、杉、香樟等树木的木屑，应堆积在室外，经日晒雨淋处理6个月以上，就可以去掉有害物质。即使不含有害物质的木屑，经堆积处理后，也可改变木屑的物理性能，使粗木屑吸水软化，有利于毛木耳生长。

2）玉米芯。玉米芯是指玉米棒的中轴部分，又叫玉米轴，是生产毛木耳的优质原料。玉米芯中粗蛋白质含量为2.0%，粗脂肪含量为0.7%，粗纤维和木质素含量为28.2%，可溶性碳水化合物含量为58.4%。由于玉米芯中可溶性碳水化合物含量高，有利于菌丝分解吸收利用而使菌丝长势好，产量也较高。但缺点是木质素和纤维素含量较低，利用纯玉米芯栽培时，会出现前期产量高，后期出耳少，菌袋软化快的情况。若与杂木屑和棉籽壳等含木质素和纤维素高的





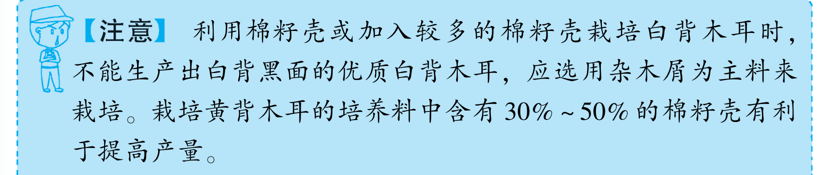
原料混合组成培养基栽培毛木耳，能提高产量和质量。

【提示】 玉米芯需用机械粉碎成细颗粒，颗粒直径以0.2～0.3cm为宜。过粗的玉米芯装袋后会在料中形成较大的空隙，玉米芯粉碎后颗粒仍较粗，应与较细的木屑、麦草、黄豆秸秆等粉碎物混合，以达到养分和物理性状的互补、提高产量的目的。

【小窍门】>>>>

由于玉米芯颗粒较大，吸水湿透速度缓慢，因此，若加水拌匀后立即装袋灭菌，会造成灭菌不彻底。在拌料时，应先用水浸泡1～2h，让玉米芯颗粒吸水浸透后，再捞出与其他干料混合拌匀；或者将玉米芯提早一天加水拌匀、堆积，让其内部吸水湿透后，再与其他原料混合；或者将玉米芯与其他原料混合拌匀，加足所需的水后，堆积发酵4～6天，让培养料吸足水并软化后，再装袋。

3）棉籽壳。棉籽壳是指棉花籽粒的种皮，是榨取棉籽油后的下脚料。棉籽壳碳氮比适宜，物理性状好，是栽培毛木耳的优质原料。据分析，棉籽壳中粗蛋白质含量为4.1%，粗脂肪含量为2.9%，粗纤维、木质素含量为69.0%，可溶性碳水化合物含量为22.0%。棉籽壳也是栽培其他食用菌的优质原料。目前，棉籽壳价格高，若与杂木屑、玉米芯以及其他原料混合后组成栽培基质，同样可以获得高产，而且可降低成本。



【注意】 利用棉籽壳或加入较多的棉籽壳栽培白背木耳时，不能生产出白背黑面的优质白背木耳，应选用杂木屑为主料来栽培。栽培黄背木耳的培养料中含有30%～50%的棉籽壳有利于提高产量。

4）棉渣。又叫废棉，是指棉纺企业加工的下脚料，是一种棉花短纤维。废棉中粗蛋白质含量为7.9%，粗脂肪含量为1.6%，粗纤

维、木质素含量为38.5%，可溶性碳水化合物含量为30.9%，粗灰分含量为8.6%。

【提示】 用棉渣栽培毛木耳时，棉渣用量以30%～50%为宜，应与杂木屑、玉米芯或其他较粗硬的原料混合组成栽培基质为好，可改变其纤维素和木质素含量低，造成后劲不足、通透性不良、易发热的现象。

5）棉秆。棉秆中粗蛋白质含量为4.9%，粗脂肪含量为0.7%，粗纤维和木质素含量为41.4%，可溶性碳水化合物含量为36.6%。棉秆质地坚硬，使用时，需用机械粉碎成小片段，粉碎物不宜过粗，以防止装袋时刺破塑料袋。

【小窍门】>>>>

棉秆与玉米芯、杂木屑混合后组成培养料，有利于提高产量，比单独使用效果好。

6）蔗渣。蔗渣是指甘蔗榨取糖汁后留下的皮层和髓层部位的粉碎物。甘蔗渣皮层坚硬，而髓层柔软。一般皮层部分用于生产纤维板，而髓层部分很少被利用，但可用于生产毛木耳。蔗渣中粗蛋白质含量为1.5%，粗脂肪含量为0.7%，粗纤维和木质素含量为44.5%，可溶性碳水化合物含量为42.0%，粗灰分为2.9%。甘蔗渣较柔软、疏松、富有弹性，装入袋中的量少，应与杂木屑、棉籽壳、玉米芯等原料混合使用。



【提示】 蔗渣中往往含有尖而硬的皮层，易刺破塑料袋，需粉碎后使用。

（2）辅料

1）麸皮。又叫麦麸、麸子，是面粉加工中的下脚料，主要是小麦的种皮。麦麸中含粗蛋白质7.92%，粗脂肪1.62%，粗纤维素6.57%，可溶性碳水化合物59.26%。麸皮是毛木耳生产中常用的氮



素来源，一般用量为10%～20%。

2）玉米粉。又叫包谷粉，是由玉米籽粒加工粉碎的粉末，是毛木耳生产中优质的氮素来源。玉米粉中粗蛋白质含量为9.6%，粗脂肪含量为5.6%，纤维素含量为1.5%，可溶性碳水化合物含量为69.7%。玉米粉中所含的蛋白质比麸皮高，因此在用量上比麸皮少，一般用量为8%～10%。此外，它还可与麸皮、米糠混合使用，但用量要适当减少。

3）米糠。米糠因加工稻米的机械和糠壳部位的不同，养分含量有较大差异。米糠大致分为三类，第一类是统糠，是由一次性加工出稻米而生产出来的米糠；第二类是洗米糠，是指脱去谷壳后，再从大米表面脱下的一层糠；第三类是谷壳糠，是指用谷壳粉碎而成的糠，谷壳糠是稻谷最外层壳，不含有洗米糠。三类米糠中蛋白质含量最高的是洗米糠，含量为9.4%；其次是统糠，含量为2.2%；再次是谷壳糠，含量为2.0%。生产上常用统糠作为氮源物质加入培养基中，一般用量为20%～30%，比麸皮用量大。

【提示】 米糠中含有丰富的B族维生素，是毛木耳等食用菌生长不可缺少的物质。谷壳糠因表面含有蜡质层，不易被毛木耳等食用菌菌丝分解利用，因此，不宜直接加入作为氮素营养物质，否则会造成菌丝生长不良，需经粉碎后使用，但要加大用量。在通透性不良的培养基中加入谷壳糠，可改变培养料的透性。洗米糠也可作为氮素补充营养物质，但因其蛋白质含量高，要适当减少用量，一般用量以8%～10%为宜。

4）大豆饼粉。它是榨取大豆油后的下脚料，蛋白质含量高，是麸皮的2.5倍，其粗蛋白质含量为35.9%，粗脂肪含量为6.9%，粗纤维含量为4.6%，可溶性碳水化合物含量为34.9%，它是一种氮素含量高的有机营养物质。由于蛋白质含量高，在用量上要适当减少，一般用量为10%左右，可与麸皮或米糠混合使用。单独使用时，因其数量少，不易在料中分布均匀，以混合使用为好，但在用量上要较少，以5%为宜。麸皮和米糠的用量也要相应减少，以15%～20%为宜。

5）菜籽饼粉。它是指油菜籽经榨油后的下脚料，其蛋白质含量高，略高于大豆饼粉，其粗蛋白质含量为38.1%，粗脂肪含量为11.4%，粗纤维含量为10.1%，可溶性碳水化合物含量为29.9%。由于菜籽饼中含氮量高，因此用量要少，一般用量为3%～5%。用量过多，易出现杂菌污染。用量还要根据基质中主料的含氮量而定，在含氮量低的原料中加入菜籽饼粉，有利于提高毛木耳的产量。

6）花生饼粉。它是指花生榨油后的下脚料，其蛋白质含量高于菜籽饼粉和大豆饼粉，粗蛋白质含量为43.8%，粗脂肪含量为5.7%，粗纤维含量为3.7%，可溶性碳水化合物含量为30.9%。由于花生饼粉蛋白质含量高，因此用量要少，同时需粉碎成细粉后再与其他原料混合均匀使用。

7）石膏。其化学名称为硫酸钙，分子式为 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$，为白色、粉红色粉末，细粉状。石膏是培养料中常用的辅料，一般用量为1%，其作用是改善培养料的结构和水分状况，增加通气性，补充钙素营养，调节培养料的pH，使pH稳定在一定的范围。

8）石灰。石灰是石灰石经高温煅烧，失去二氧化碳后生成的氧化钙。石灰分熟石灰和生石灰两类，生石灰是经煅烧后的块状的氧化钙，熟石灰是生石灰接触水以后，通过化学反应，生成的氢氧化钙。不管是生石灰还是熟石灰都是碱性的，都具有一定的消毒作用。

【提示】 石灰的消毒杀菌，借助石灰水溶液的碱性作用。生石灰在干燥状态下，是没有消毒作用的，只有在生石灰遇到湿的培养料时，才能显示碱性，才具有消毒的作用。因任何微生物的生长发育都要求一定的pH，当环境中的pH高达12以上时，常见的真菌、细菌都会死亡，这就是石灰能消毒杀菌的原因。生石灰溶于水后，生成氢氧化钙属于碱性，就是熟石灰。氢氧化钙很容易吸收空气中的二氧化碳，生成碳酸钙，变为中性物质。这就是用石灰消毒后能正常出菇的原因。在培养料中加入适量的石灰对侧耳类、毛木耳、金针菇等有益无害。配制培养料时加入干料1%～5%的石灰粉可以促进或不影响菌丝生长，且能抑制杂菌的生长。



9）碳酸钙。它是一种盐类，纯品为白色粉末，分子式为$CaCO_3$，极难溶于水，水溶液为弱碱性。碳酸钙可分为轻质碳酸钙和重质碳酸钙两类，生产上常用的是轻质碳酸钙，一般用量为1%。碳酸钙水溶液能对酸碱度起缓冲作用，常用作缓冲剂和钙素营养加入培养料中。

2. 高产配方

在原料选择上，不要只选成本低的原料，如将秸秆作主料来栽培，虽然成本较低，也能正常出耳，但产量不高，而消耗的塑料袋、燃料、消毒药品、人工和占用的房间面积与用其他原料所花费的费用一样而效益却低得多。实践表明，以棉籽壳、玉米芯、杂木屑为主，混合使用，不仅产量高，而且还可降低成本，经济效益显著。

1）阔叶树木屑71%，棉籽壳15%，麸皮（米糠）10%，糖1%，石膏1%，石灰2%。

2）玉米芯60%，杂木屑29%，麦麸5%，玉米面2%，石灰2%，过磷酸钙1%，石膏1%。

3）棉籽壳90%，麸皮或米糠6%，石膏1%，石灰3%。

4）棉籽壳50%，玉米芯46%，石膏1%，石灰3%。

5）棉籽壳30%，玉米芯30%，杂木屑30%，麸皮或米糠6%，石膏1%，石灰3%。

6）棉籽壳20%，玉米芯30%，杂木屑46%，石膏1%，石灰3%。

7）玉米芯48%，杂木屑48%，石膏1%，石灰3%。

8）杂木屑50%，秸秆粉36%，麸皮10%，石膏1%，石灰3%。

9）蔗渣66%，泥炭10%，麸皮20%，石膏1%，石灰3%。

10）蔗渣45%，杂木屑30%，麸皮20%，石膏1%，石灰4%。

11）蔗渣56%，玉米芯30%，麸皮10%，石膏1%，石灰3%。

【注意】 玉米芯要粉成玉米粒大小；培养基含水量60%±1%，pH为8.0～9.0；各配方使用前应先做出耳试验。

以上配方中石灰的加入量，还要根据装袋之前是否要将培养料

进行堆积发酵确定。若拌料后立即装袋，石灰用量以3%～4%为宜；若需将培养料进行堆积发酵后再装袋，石灰用量要加大，以5%～7%为宜。这是由于培养料堆积发酵过程中，料中微生物活动产生有机酸，使培养料中pH下降较大，因此，要加大石灰用量来防止培养料变酸。

还可在培养料中加入1%～2%的磷肥，如过磷酸钙，以补充培养料中的磷元素，有利于毛木耳的生长。

四 菌袋制作

1. 过筛

如果使用的原料中含有粗而尖的物质，如木屑中往往混杂尖而长的小木片、小枝条等，要过筛去掉，防止其刺破塑料袋，出现杂菌污染。若料中含有尖而硬、又较细的物质，过筛时无法去掉的，要用机械粉碎后再使用。

2. 拌料

在料中加水后，进行拌料，使其含水量和养分均匀一致。

（1）拌料方式

1）手工拌料。用铁锨从料一侧开始翻料，边翻动边打散培养料，翻动后的料堆呈圆锥形。经多次翻动和拍打，使料打散混合均匀，含水量一致。

2）机械拌料。

① 料槽式搅拌。将各种原料加入拌料机槽内，加入适量的水，开动机械搅拌。

② 过腹式拌料。先将各种原料混合并将干料拌匀，再加入所需的水，然后用铁锨将料铲入拌料机的料斗内，利用拌料机内旋转的叶片将料打散、拌均匀。如果一次拌不匀，可进行多次，直至拌匀为止（图4-2）。



图4-2　过腹式拌料

③ 装袋机拌料。先将



各种原料加入搅拌槽内，再加入所需的水分，初拌料一次后，再将培养料倒入二次搅拌机内，通过上料机将料倒入装袋机的料斗内。

（2）培养料含水量检测 一般要求配制好培养料的含水量为65%左右，水分检测的方法有以下几种，一种是用水分测定仪检测，另一种是用烘干法检测。虽然两种方法检测的含水量较为准确，但需要设备，花费时间长。

【小窍门】>>>>

在大面积生产中往往凭手握料进行经验性检测。方法是用手攥紧培养料，看手指缝间有无水迹印出现，若有水迹印出现，表明含水量达到65%左右；若是有水滴出，表明含水量偏高，反之，无水迹印出现，表明含水量不足，应加水调节。但这种检测方法对于吸水能力高的培养料，如细木屑、秸秆粉等不适宜，如果出现水迹印时，含水量就已经偏高了，应采取“手握成团、落地可散”的方法检测。

3. 原料处理

培养料拌匀后，应及时装袋灭菌。若培养料中含有吸水性能差，不能很快吸水湿透的原料，如玉米芯、粗木屑、棉渣等，要等这类原料被水浸透后，才能装袋灭菌。处理方法有以下两种。

（1）预湿 先将这类原料用水浸泡2～3h，使其吸水浸透，捞出来再与其他干料混合拌匀。或者提前一天，按料水比为1∶1.4的比例，加水拌匀、堆积，并盖上塑料薄膜，让其吸水湿透，待原料含水量一致时，再与其他原料混合并加水拌匀。

（2）堆积发酵

1）短期堆积发酵。将培养料加水拌匀后，堆积处理2～3天后，再将培养料装入袋中。具体做法是：将各种原料混合，先将干料拌匀后，再加水拌匀，使其含水量达到65%左右，将料堆积成“长馒头”状，料宽2m、高1.5m，长度不限。在装袋之前，要先将培养料翻堆均匀。

2）长期堆积发酵。将加水拌匀的培养料堆积起来，发酵处理

7～10天。由于堆积发酵时间较长，经堆积发酵后的培养料 pH 下降较大。因此，在堆料之前，要适当调高 pH，可通过加大石灰用量来调节 pH 达到 10～11，石灰用量一般为 5%～7%。料堆堆成“长馒头”状，料堆宽 2m、高 1.5m，长度不限。堆好料后再在料堆上每隔 50cm 打一直上直下的通气孔，待距离表层 10cm 的料温上升至 60℃以上时，保持 24h 后翻堆。翻堆目的，一是补充料中氧气，二是调节培养料的水分。翻堆方法，上下层、内外层料相互交换后，重新建堆。待距表层 10cm 料温又升至 60℃以上时，保持 24h 后翻堆。第三次翻堆后即可装袋灭菌。

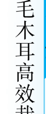
【提示】 堆积发酵具有以下作用：①让吸水缓慢的原料吸水湿透，增加灭菌效果；②对一些疏松的原料如农作物秸秆，经发酵后变得柔软紧凑，对原料起软化作用，增加装入袋中的数量；③在堆积发酵期间，料中病原菌孢子萌发，长成营养体，易被高温杀死，从而提高灭菌效果；④通过微生物的活动，产生热能，料内温度可达 70℃以上，可杀死料内一部分病原菌和虫卵；⑤通过微生物的活动，对培养料中木质素和纤维素进行部分降解，代谢产生的可溶性营养物质储存在培养料中，同时料中存有大量微生物尸体，利于菌丝吸收利用，促进菌丝生长。

4. 装袋

（1）袋的规格 毛木耳生产选用（20～23）cm×（46～49）cm、厚 0.4～0.45mm 或 17.2 cm×43cm、厚度为 0.30～0.40mm 的聚丙烯或聚乙烯塑料袋。若采用高压灭菌，应选用聚丙烯塑料袋；常压灭菌时常用聚乙烯塑料袋。

（2）装袋方式

1）手工装袋。用手工装袋，需要将塑料袋的一端扎好，将塑料袋张开成筒状，抓取培养料放入袋内，边装入边用手压实，沿着袋壁将培养料向下压实，层层压紧，使上下松紧一致。袋口留 5cm 长度，用扎口绳扎紧或套上颈圈。菌袋松紧以抓起菌袋放下后，手指印处能恢复原状为宜。装料太松，在搬动时袋内的料易松动，影响产量和易污染；装料太紧，透气性不好，菌丝生长





缓慢。

2）装袋机装袋。先将塑料袋一端用绳扎好或热合封好。装料时将未封口的一端套在出料筒上，当培养料装满料袋后拿下，最后封好袋口。

【提示】 装好的料袋要放在平整光滑的地面上，要防止地面上尖硬杂物将料袋刺破。若发现料袋上有被刺破的小孔，可用不干胶胶布封住。装好的袋要及时灭菌，因堆放时间过长，料袋中微生物会大量繁殖，并且是厌氧发酵，会造成培养料变质，长出大量杂菌，特别是气温较高时，更不能堆放时间过久。

5. 灭菌

灭菌方法分为常压灭菌和高压灭菌两种方式。

（1）常压灭菌 常压灭菌灶的样式有多种，无论是哪种灭菌灶，灭菌原理都一样。装入常压灭菌锅内的菌袋应及时灭菌。用大火迅速升温，尽量缩短温度上升到100℃的时间，以2h内达到100℃为好，要求“大火功头、小火保温灭菌、余热加强灭菌”，这样才能防止培养料变酸和袋内积水。当灶内温度达到100℃左右时，保持8～12h。灭菌结束后，再闷5～6h再出锅。如果为了连续进行灭菌作业，应在停火后打开灶门，降温1～2h后，取出料袋，再装下一灶的料袋，这样趁热灶装袋，可缩短加热到100℃的时间，节省燃料（图4-3）。灭菌时间根据蒸汽发生器和灭菌灶的大小而定，如果灶大，菌袋较多，灭菌时间应相应延长。



图4-3 常压灭菌

灭菌结束后，要及

时将料袋取出，不宜在灶内放置几天后取出，否则会出现一些不良现象。取出的料袋放入冷却室或已消毒的室内，散开放置，让料袋内热量散发，使料袋温度下降。经灭菌的料袋不要在室外放置时间太长，以免外界杂菌孢子落在料袋上，接种时将杂菌带入料中，造成杂菌污染。

（2）高压灭菌 当压力上升到0.05MPa时，排出锅内冷空气，如此两次，其目的是放净锅内冷空气，防止假升压。当压力上升到0.15MPa时，保持3～4h。灭菌结束后，待压力表自然降至0时（否则打开阀门放气，减压过快，料袋会被气体冲破），开启排气阀门，打开锅盖，降温2h之后取出料袋（图4-4）。



图4-4　高压灭菌

6. 接种

（1）接种前准备

1）菌袋冷却。必须将菌袋冷却，避免高温导致接种块死亡。冬季气温在15℃以下接种时，料袋温度在30～35℃时就可接种，趁热堆码菌袋，有利于保温发菌；当接种气温在20℃以上时，料袋需冷却到28～30℃，才能接种。

2）消毒。接种时对使用的菌种瓶（袋）表面、接种者的双手和操作工具均要进行消毒处理，75%乙醇、0.25%苯扎溴铵（新洁尔灭）等都是常用消毒剂。接种场所（接种箱、接种室、接种罩）用气雾消毒剂进行熏蒸杀菌，每立方米空间用2～3g，或者用甲醛与高锰酸钾混合产生气体来杀菌，也可采用喷洒杀菌剂来消除杂菌。消毒处理须提前3～4h进行。

（2）接种 接种是毛木耳生产最关键的环节之一，常用的接种方式为接种箱接种和接种室接种。

1）接种箱接种。如果采用接种箱接种，对长期未用的接种箱首先要进行清洗和消毒，检测接种



扫码看实作





箱的密封性，箱口要用透明胶粘严，或用灰浆封严。

【提示】 接种前认真检测菌种是否有污染，可疑的菌种应弃去不用。将菌种、料袋、接种工具等放入接种箱，用气雾消毒剂进行熏蒸，40min 后方可进行接种操作。接种时，应严格按照无菌操作规程进行操作。首先打开菌种瓶（袋）口，去掉菌种瓶（袋）口表层较老和干燥的菌块，用接种钩将菌种钩入袋内并稍压实，要求速度快，菌种在空气中暴露时间短。然后用绳扎紧，但注意不要扎得过紧，应留出一些可透气的缝隙。接种后及时进行恒温培养发菌，让菌种萌发并长满菌袋。

2）接种室接种。在接种室内接种，比接种箱接种具有操作方便、劳动强度相对较小等优点，但成功率低于接种箱。接种室在使用前或使用一段时间后，应进行全面的消毒灭菌，常用 0.25% 苯扎溴铵擦洗天花板、墙壁、门窗、地板、工作台。关闭门窗后用气雾消毒剂或甲醛熏蒸。一般 6.0m^3 的接种室，使用前 5h 左右，需要 5～6 盒气雾消毒剂熏蒸消毒。接种前 0.5h，接种室内用 5% 石炭酸、5% 的含氯石灰（漂白粉）或 0.25% 的苯扎溴铵喷雾，使空气中的微粒和杂菌沉降，并用紫外线灯照射进行表面消毒，也可采用熏蒸消毒的方式。接种具体操作和接种箱接种相近，但要加强接种人员自身的消毒。



【提示】 在接种时严格无菌操作，避免在接种室内来回走动，闲杂人员不能随意进出接种室。

7. 培养

培养是将接上菌种的菌袋放在培养室内，让其处于菌丝生长的最佳条件下，萌发吃料健壮生长，并长满袋的过程。

（1）培养场所选择 培养场所即为培养室，可利用住房和能遮雨的菇房和塑料大棚。培养场所要求干燥、不潮湿，空气相对湿度控制在 60% 左右；能调节通风量，门窗完好，开关自如。在使用之前，用甲醛熏蒸或喷杀菌剂，或者用 0.25% 新洁尔灭喷雾杀菌。同

时也要喷杀虫剂杀灭害虫，最好用磷化铝熏蒸杀虫。

【提示】 若培养室易受潮，可先在地面上铺一层塑料薄膜或干稻（麦）草除湿。在冬季气温低时，为便于保温也可在地面上铺一层稻（麦）草，再排放菌袋。

（2）堆码方式 菌袋分层堆放在层架或地面上，气温不同，采取的堆码方式也不一样。冬季气温在15℃以下时，要将菌袋堆码起来，堆码成墙状，堆码高度为5～6层；每排之间相距10cm，间隔3排后，将菌墙间距离增至30cm，这样便于进入检查温度、菌袋的发菌和感染杂菌情况。然后，在菌袋上覆盖编织袋或塑料薄膜进行保温管理。

【提示】 气温在20℃以上时，应将菌袋单层立放在床架上，或以“井”字形堆码在地面上，每堆为5～6层，或者在地面上排放一层菌袋后，在其上放2根竹竿或竹板，然后一层袋一层竹板排放，使上下层菌袋间隔开来，这样有利于通风散热。

（3）培养条件 菌丝体生长阶段不需要太多的光线，菌袋培养要控制培养温度，加强通风换气，并注意清理污染的菌袋。关键是前期保温、升温，后期降温，防止高温“烧菌”。

菌袋培养第2～3天，室温控制在26～28℃，以利于菌丝尽快萌发，占领料面，减少污染。菌丝正常生长后，菌丝生长产生热量，料温会高于室温，这时室温应调整到25～26℃，室内相对湿度60%～70%，并采取遮光措施和注意通风，袋间温度高于28℃时，要及时通风散热降温。做好遮光发菌，以免光照过强引起发菌不良。覆盖塑料薄膜可保温发菌，每周揭膜通风换气一次，揭膜时间不宜过长。当温度下降到20℃时，及时覆盖塑料薄膜保温。培养15天后，将上下层菌袋调放在中部，使其菌丝生长速度一致。温度适宜，正常情况下培养发菌30～40天，菌丝体可长满菌袋。



【注意】 菌袋培养过程中，需要注意避免温差刺激，并且合理安排生产季节。过早生产菌袋，菌丝体长满后外界条件不适宜出耳管理，菌丝体会消耗袋内的营养，总产量降低10%左右，同时会出现耳片较薄等问题。

培养期间光线过强，菌丝体会出现胶质化，即菌丝体变成胶质状的黑色斑点，而无菌丝体。随着培养时间延长，出现胶质状的黑色斑点加大，菌丝体长满袋后，还会在菌袋上出现褐色斑块，生产上称为“疣巴病”，出现这种褐斑后，随着菌龄的增长而扩大，长褐斑的部位不能长出毛木耳子实体，随后在褐斑上长出木霉等杂菌，使整个菌袋被杂菌感染，造成出耳量减少。

五　出耳管理

1. 菌袋摆放

耳棚进行清洁并用生石灰消毒地面后，把发好菌的栽培袋排在耳棚内进行出耳。菌袋排放的方式多样，若只两头出耳，可在耳畦（床架）上多层摆放；若要开口出耳的，可采用单层排放、三角形、“井”字形、夹袋等方式摆放。

2. 诱导催耳



扫码看实作

当棚内温度稳定在15℃以上时可开袋诱耳。具体做法是两头袋口各用小刀割4个分布均匀的“一”字形小口，口长1.5cm左右。

割口的菌袋在前期要保温保湿，以向空间和地面喷水为主，相对湿度保持在90%左右。一般割口后5~7天菌袋两头出现大量耳芽，当耳芽长到米粒大小时可向袋头喷水。

3. 出耳管理

（1）水分管理　当耳片长到6~8cm大小时，生长速度快，喷水不足易使耳片干硬，应向耳片采用少喷、勤喷的方法补足水分。要求每天浇一次透水，根据通风的强弱在耳畦上部和通风口处局部补水；同时注意喷水不宜过多，避免耳片积水，使毛面变成棕色，造成产品质量下降。在耳片边缘出现变黑内卷时，要及时喷水保湿，保持耳片呈湿润状。当毛木耳标准耳片充分展开时，即可减少喷水

量，甚至停水 1～2 天。



【注意】 如果耳片已成熟，但又遇阴雨天，不能采收干燥时，要停止喷水，加大通风量，降低湿度。

（2）温度管理 在正常栽培季节，温度一般适宜毛木耳生长。这一阶段保持 18～30℃，温度低于 16℃时，耳片生长缓慢；温度超过 35℃时，耳片生长受到抑制，严重时会出现耳片停止生长或流耳的现象，应采取降温管理。

（3）光照管理 毛木耳生长期间需要适当散射光，光线较弱时耳片黑度不够，但毛面白度好；若光线太强，耳片黑度良好，但毛面呈红棕色；适宜的光线强度为 400～500lx，一般耳棚光线要求“二分阳、八分阴”。

（4）通风管理 耳棚内应保持良好的通风环境，特别是耳芽形成后，若通风不良耳片不易展开。当耳棚温度高于 30℃时，应早晚通风；当耳棚温度低于 15℃时，应中午通风。

4. 采收

（1）采收时期 当耳片充分展开，边缘开始卷曲，耳基变小，腹面可见白色孢子粉时，为采收适期。采收前 2～3 天停止喷水。

（2）采收方法 第 1、2 潮耳采用“采熟留幼、采大留小”的方法采收（图 4-5）；棚温在 27～30℃采收时全部采收。应轻轻连同耳基一同采下。采下的耳片及时摊于晒场晒干。



图 4-5 毛木耳采收







5. 采后管理

采收后清理料面上死耳、烂耳及耳棚内卫生。如果袋上没有生长的耳片，应停止喷水，让伤口上的菌丝恢复，待下一潮耳基形成后，再喷水保湿。

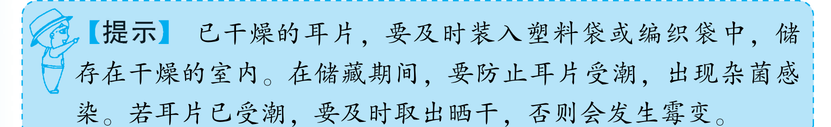
【窍门】>>>>

若袋上仍生长有未成熟的耳片，要继续喷水保湿，但要干湿交替，以利于伤口愈合，又不影响耳片生长。小耳严禁大水直喷，采用喷雾法提高空间相对湿度，避免直接向耳片喷水。

六 晾晒、分级

1. 晾晒

晴天晒干时，将采收下来的耳片，分成单片，若将整丛耳片相互重叠，下层的耳片不易晒干。应选择干净的水泥地面，将耳片一片一片铺开晾晒，若无干净水泥地面，可先在地面上铺一层塑料薄膜或竹席等，再将耳片铺开晒干。耳片未发硬时不要翻动，以防耳片卷曲，影响商品外观。


【提示】 已干燥的耳片，要及时装入塑料袋或编织袋中，储存在干燥的室内。在储藏期间，要防止耳片受潮，出现杂菌感染。若耳片已受潮，要及时取出晒干，否则会发生霉变。

2. 分级

晒干的毛木耳按出口标准进行分级。

一级：耳片厚，狭径 4cm 以上，光面乌黑发亮，毛面洁白，无病虫害，无杂质。

二级：耳片比一级耳片薄，光面黑度、毛面白度略差，其他条件同一级耳。

等外级：耳片 3cm 以上，单片或整朵，片薄，不适合加工，晒干后可直接走向干货市场。


【提示】 毛木耳还可以用切丝机加工成木耳丝，出口标准一般为长度3cm以上，长1～3cm的量不超过10%，宽度（2.5±0.5）mm，含水量低于14%。

第三节　毛木耳栽培技术展望

一　加强新品种选育和菌种管理

品种是产业发展的基础，优良品种能保障栽培的效益。当前，我国尚未建立完善合理的菌种管理制度，毛木耳菌种中的名称较为混乱，同种异名、同名异种、同株异名、同名异株现象极为严重。生产中，品种相对单一，菌种退化、老化现象十分普遍，这些都严重制约了毛木耳生产的可持续发展。因此加强种质资源收集，科学保存优良种质，选育具有突出农艺性状的新品种和完善菌种管理，都显得十分必要，这是保证毛木耳良好生产发展势头的根本所在。

二　规范毛木耳栽培技术，提高产品质量和产量

当前，人们对食品安全极为关注，发达国家的“绿色壁垒”也越来越高。毛木耳作为大众消费的主要食用菌种类之一，在未来研究中应更加注重无公害生产技术的研究和应用。我国在食品安全上的法典和标准制定与发达国家还有不小的差距，生产栽培有时还处于无法可依的状态。因此，应当加强毛木耳在遗传学、生理学、生态学、病虫害防治等方面的研究，研究开发新原料、新配方，从而为创造新品种、高产优质提供理论依据。加强对毛木耳标准化生产技术规程的研究，及早建立毛木耳无公害标准化生产技术规程和良好农业规范，建立健全质量标准，更加注重产品质量，以保障产业的健康、持续、稳定发展。



三　加强毛木耳深加工的研发

毛木耳作为大宗食用菌产品之一，当前产品形式相对单一，大多数产品仅有简单的形态改变，如耳片、耳丝等。我国已授权的有关毛木耳加工（包括粗加工、深加工）各类专利11项，这与毛木耳



作为重要生产栽培种类、产量居食用菌第六位的生产实际极不相称，急需得到改善。

当前的研究已经证实，毛木耳含有多种活性成分，并具有止血、抗凝血、抗肿瘤、抗氧化和机体保护等功能，具备进行精深加工的基础条件。同时毛木耳产量大，价格偏低，为产品加工提供了大量的廉价原料，进行保健品或药品开发的市场潜力巨大，进行毛木耳的精深加工将具有广阔的前景。

四 栽培副产物的资源化综合利用

随着毛木耳生产规模的扩大，在产生经济效益的同时，也带来了大量的生产废弃物如菌渣等，菌渣的大量堆积造成了环境污染，已成为日益严重的问题。近年来已有研究开展了菌渣资源化综合利用，包括二次利用、肥料的生产、饲料、沼气等利用，但远不能消耗大量的废弃物。继续进行综合利用方面的研究，实现废弃物的资源化和生态的良性循环，将是未来一段时间内毛木耳产业发展的一个重要内容。



第五章 银耳高效栽培

银耳（*Tremella fuciformis* Berk.）又名白木耳、白耳子、雪耳、川耳等，属担子菌亚门、层菌纲、银耳目、银耳科、银耳属。以其色白如银、形似人耳而得名，是一种很珍贵的食药兼用真菌。

我国人工栽培银耳始于四川的通县，因此有川耳之称，1894 年就有人工栽培，距今已有 120 多年的历史，是世界上最早栽培银耳的国家。现在全国各地均有栽培。主要产地在福建、四川、山东、云南、贵州、广东、广西、浙江、江苏等省区。

银耳的营养价值较高，据分析，100g 干银耳内含蛋白质 5～6.6g、脂肪 0.6～3.1g、碳水化合物 68～78.3g、粗纤维 1～2.6g、灰分 3.1～5.6g、热量 1360～1410kJ、钙 380～463mg、磷 250mg、维生素 $B_1$0.002mg、维生素 $B_2$0.14mg、乳酸 2mg、草酸 2mg、琥珀酸 36mg、富马酸 2mg、苹果酸 104mg、柠檬酸 232mg，还含有 20 种氨基酸，其中人体必需的 8 种氨基酸均有。但采用不同培养料栽培的银耳，其氨基酸含量有所不同。

此外，银耳还具有较高的药用价值，中医认为银耳性平、味甘、无毒。据《本草诗解药性注》载：“此物有麦冬之润而无其寒，有玉竹之甘而无其腻，诚润肺滋阴之要品”和“长生不老之良药”。银耳具有滋阴补肾、润肺止咳、和胃润肠、益气活血、补脑提神、强心壮体、嫩肤美容、延年益寿等功能。现代医学研究发现，银耳所含氨基酸中的酸性异多糖能提高人体免疫力，有扶正固体作用，对老年慢性支气管炎、肺源性心脏病有显著疗效，并能促进肝细胞蛋白



质与核酸合成，提高肝脏的解毒能力，可起护肝作用。银耳糖浆有增强巨噬能力，可提高机体对原子能辐射损伤的保护能力及防治白细胞减少等症。据日本学者雪吉研究，从中国银耳中分离出的酸性异多糖，对小鼠肉瘤 S-180 有明显抑制作用，抑制率达 80%，因而也是防癌抗癌的良药。

第一节　生物学特性

一　形态特征

1. 菌丝体

银耳菌丝为多细胞分枝分隔的菌丝，由担孢子萌发而来，或由菌丝无性繁殖而成。菌丝白色，极细，依靠伴生菌——香灰菌丝提供的营养繁殖生长，并在适宜的条件下形成子实体。菌丝分单核菌丝、双核菌丝和结实性双核菌丝等，单核菌丝每个细胞中含有一个细胞核，双核菌丝每个细胞中含有两个细胞核，结实性双核菌丝可产生子实体并易胶质化。

2. 子实体

子实体单生或群生，胶质，叶状，新鲜时白色半透明，或略带黄色，瓣片不分叉或顶部分叉，由许多卷褶的瓣片丛集成鸡冠状、牡丹状或菊花状，直径 5～16cm 或更大，基部黄色至浅橘黄色，子实体层着生于耳瓣两边（彩图 5）。角质，硬脆，白色或米黄色，基部常为黄褐色。成熟子实体的瓣片表面有一层白色粉末，此为担孢子，其大小为（5～6）μm×（4～5）μm。

二　生态习性

1. 银耳是伴生菌协同完成生活史的典型代表

银耳几乎不具有分解纤维素、木质素的能力。在自然界中，银耳生活史的完成需要一种被称为“香灰菌”的子囊菌的协助。香灰菌也称羽毛状菌丝或耳友菌丝，属于伴生菌，具有分解纤维素的能力，借助香灰菌菌丝分解基质，把银耳菌丝无法直接利用的材料变为可利用的营养成分，提供营养物质，银耳才能完成生长和发育。它们之间互相依存的生态关系，具有明显的协同作用。

2. 银耳具有两型态现象

真菌的两型态现象是指某些真菌在其生活史中，营养体可呈现两种不同的细胞型态，银耳具有丝状体相和酵母相两相，是一种两型态食用担子菌，营养体能在环境或其他因素的影响下，在酵母型和菌丝型两种型态间发生可逆互变，无论单核菌丝或双核菌丝，只要受到环境条件的刺激，如受热、搅动、浸水都可以断裂成节孢子。节孢子直径略大于担孢子，担孢子为单核细胞，节孢子绝大多数为单核细胞，少数为双核细胞，菌丝体为双核细胞并具有典型的锁状联合结构。

3. 银耳生态环境

银耳自然生长是从枯死阔叶树的木材中分解吸收营养物质的。它没有叶绿素，不能进行光合作用，是一种腐生菌，靠营腐生生活。银耳属于中温型菌类，但耐寒能力很强，自然气候春、秋两季生长；整个生长发育过程需要适宜的温度和湿润的环境，以及充足的氧气，菌丝生长和子实体发育都需要一定的散射光，属于好氧、喜光的食用菌。

三 生长发育条件

1. 营养条件

纯银耳菌丝只能直接利用简单的碳源，如单糖（葡萄糖）、双糖（蔗糖）等，而且银耳属异养型生物，不能自己制造养分。对纤维素、半纤维素、木质素和淀粉等复杂化合物、碳源，几乎没有分解能力。银耳的生长必须依赖于一种被称为“香灰菌”的伴生菌的共同生活，只有这样才能正常地完成其生长发育的全过程。这种伴生菌能产生黑色素，将复杂的大分子化合物分解转化成简单的化合物，供银耳菌丝吸收利用。

2. 环境条件

（1）温度 银耳是喜中温型菌类，但具有很强的耐寒能力。孢子萌发适温为20～25℃；菌丝生长温度为8～34℃，适温为20～28℃，最适温度为25～28℃；菌丝能耐低温，在3～5℃下可微弱生长，最适温度为20～25℃。超过适温范围，子实体朵小，片薄，质差。



（2）湿度 银耳生长过程喜潮湿环境。用段木栽培时，含水量以37%～45%为宜；用木屑等袋料栽培时，培养基含水量以60%～65%为好。子实体发生时，段木木质部含水量以42%～47%为宜，树皮的含水量以44%～50%为宜，空气相对湿度应保持在80%～95%。银耳菌丝有较强的抗旱力，长期干旱也不会死亡，但伴生菌不耐旱，需在潮湿条件下生长。

（3）光照 银耳属喜光性菌类。耳友色素的形成与光线关系很大。光线强，色素形成快而多，50～600lx的散射光可满足银耳和香灰菌生长发育。散射光有利促进孢子萌发和子实体分化发育，生长的子实体色白、质优。在室内栽培时，以300～600lx光照强度为宜，室外栽培要选择“三阳七阴”的耳场为好。在黑暗条件下，子实体分化发育缓慢，颜色变黄，质差。

（4）空气 银耳属好氧菌类。菌丝和子实体生长对氧气的要求随菌丝生长量的增多和子实体的增大而增加。用段木栽培时要有新鲜空气才能正常开片；用瓶（袋）栽培时，二氧化碳浓度高，菌丝生长缓慢，原基分化迟，扭结团不开片。因此，栽培场所必须有徐徐清风，保持空气新鲜。

（5）酸碱度（pH） 银耳为喜偏酸性菌类，但对pH适应范围较广。在木屑培养基上，菌丝在pH为5～9的范围内均能生长，但以pH为5.2～5.8最适宜。

第二节 银耳高效栽培技术要点

一 银耳菌种的制作

1. 银耳菌种特征

银耳生产上所用的菌种实际上包括银耳菌丝和香灰菌丝两种。优良的银耳菌种应是两者都能发挥出种性好、纯度高、抗性强的优质菌种。

（1）银耳菌丝 它有两种形态，即银耳菌丝和银耳芽孢。银耳菌丝在琼脂培养基上会出现白色球状的菌丝团，俗称“白毛团”，随着菌龄的增长，白毛团周围有一圈紧贴于培养基的晕环，在白毛团上分泌水珠状的胶液，胶液始为透明状，后变白色、黄褐色，最后

完全胶质化，变成子实体原基。出现胶质化的快慢与其生理成熟有关，可作为选用菌种的依据，能形成胶质化的适于袋料栽培；反之，则适于段木栽培。银耳菌丝在不利条件下可断裂为节孢子，节孢子以出芽方式增殖，形成酵母芽孢菌落。银耳芽孢由担孢子和节孢子繁殖而来的分生孢子组成，接种在琼脂培养基上培养，可形成乳白色、半透明、黏糊状、表面光滑的芽孢菌落。一般情况下，由担孢子繁殖而来的芽孢不会萌发生长菌丝，而由节孢子繁殖的芽孢则较易萌发生长菌丝。

（2）“羽毛状”菌丝 初期灰白色，常有细长的主干和侧生的分枝，略呈羽毛状。爬壁力极强，生长极快，随着培养时间的延长，菌丝逐渐变成浅黄色，浅棕色，并分泌黑褐素，使琼脂培养基逐渐由浅褐色变为黑色或墨绿色。其色素的形成与光线关系很大，光线增加，色素形成快、色泽深。

2. 银耳菌种的生产

（1）母种的混合培养 银耳菌丝与“羽毛状”菌丝混合培养是银耳菌种生产的关键性技术。两种菌丝混合培养方法很多，其作用也不尽相同，大致可分以下几类。

1）银耳芽孢与“羽毛状”菌丝混合种。在木屑培养基上先接种“羽毛状”菌丝，培养 15～18 天后，当培养基表面出现炭质黑疤时，挖取培养好的银耳芽孢在长有“羽毛状”菌丝的培养基表面画线接种，培养 8～12 天，在画线处呈现白毛团，再培养 15～20 天，白毛团出现茶褐色分泌物，25 天后，挖取白毛团菌丝作母种进行培养。用此法混合培养，菌丝洁白，长势旺盛，白毛团不深，开片慢，出耳不整齐，朵形和色泽变化较大。只宜供选育菌种用，不宜培养生产种。

2）银耳菌丝与“羽毛状”菌丝混合种。取银耳芽孢萌发的银耳菌丝，接种在琼脂斜面上，于 22～24℃ 下培养 6～8 天，待菌落直径达黄豆粒大小时，在斜面上接种“羽毛状”菌丝，2 天后，在两种菌线交界处出现白色菌丝，7 天后出现白毛团，12～15 天后，产生茶色分泌物，25 天后，挖取白毛团再行扩大培养。此法混合培养的菌种，气生菌丝特别旺盛，直立菌丝多，银耳开片慢，出耳不一，朵形、色泽变化大，适合做选育菌种用，不宜直接用于生产。



3）木屑基质内菌丝混合种。选产耳性状好的栽培种，在适宜的条件下进行出耳管理，当幼耳直径达4~7cm时，挑选符合要求的种耳，在无菌条件下，挖除表层15mm的菌丝，露出耳基下的白色菌丝，用接种铲在3cm范围内搅拌均匀，挑取米粒大小颗粒，置琼脂培养基上，于22~24℃下培养，2~5天后出现白毛团，并分泌茶褐色水珠，经纯化即为母种。用此法所得菌种，匍匐菌丝呈浅黄色或白色，白毛团形成块，生理成熟度高，基内银耳菌丝深，开片较快，耳潮一致，朵形、色泽变化不大，能缩短栽培周期。但不宜连续采用，否则会导致菌丝退化。

4）耳木基内菌丝混合种。选用野生或栽培段木作分离材料，进行浅层分离，约在段木表面下1cm处，剥取米粒大小耳木，消毒后接种到在琼脂斜面上，于22~24℃培养2~5天，首先长出羽毛状菌丝，7~10天后，在接种块附近出现白毛团，11~13天分泌茶褐色水珠。挑取白毛团转管培养即为母种。用此法所得菌种，菌丝呈明显匍匐状，浅黄色，生命力强，穿透力大，白毛团形成快，生理成熟度高。基内菌丝深，出耳快，耳潮一致，朵形、色泽无变化，宜作栽培种，特别适于段木栽培。

以上几种菌丝混合培养银耳母种法各有长短，应交替使用。用第一、二种方法进行菌种选育，然后挑选种性好的材料，采用第三、四种方法培养生产用种。

【注意】 在实际生产中，银耳不但对树种的亲和性有“专一性”，银耳菌丝和“羽毛状”菌丝配合也有“专一性”。因此，在生产菌种时，必须从同一耳木上分离银耳菌丝（或酵母状分生孢子）及“羽毛状”菌丝。不同地区或同一地区的不同耳木上分离的银耳菌丝和“羽毛状”菌丝，不得随意调换组合；采用袋（瓶）栽培物作分离材料时，也必须遵守这一原则。此点千万不可忽视！

（2）菌种的制作

1）母种制作。将分离提纯后的银耳菌丝和“羽毛状”菌丝分别培养在试管中。生产母种时，先将银耳菌丝接种在斜面中央，置

25℃下，待银耳菌丝的菌落直径达1cm左右时，在斜面上接入“羽毛状”菌丝，在适温下，进行混合培养，待“羽毛状”菌丝在斜面上长满即为母种。

2）原种制作。生产原种时，先割除母种斜面前端的“羽毛状”菌丝，取中部混合培养的菌丝，呈“十”字形叉分割后挖取一小块，接入已灭菌的木屑培养基上，每支母种一般只能接1～2瓶原种，最多不能超过4瓶。接种后于25℃下培养至耳基出现时即为原种。

3）栽培种制作。根据原种生长的好坏、耳基的大小、菌丝吃料的深度决定每瓶原种接栽培种的数量。一般应控制在40～60瓶。接种时，将原种银耳菌丝和“羽毛状”菌丝充分拌匀后接种。在25℃下培养，菌丝吃透培养料后，即为栽培种。

二 银耳高效栽培技术

银耳的栽培与黑木耳一样，可分段木栽培和袋料栽培两种。段木栽培属传统方法，因林木资源受到限制，近年来多采用袋料栽培，袋栽银耳容量较大，出耳较多，操作较方便，是现阶段广泛使用的一种形式。现将袋料栽培方法详细论述如下。

1. 栽培季节

银耳栽培季节，按其生物学特性，在自然条件下，以每年春、秋两季进行为宜。如果在室内控温生产，人为地创造适宜的环境条件，可常年进行多次栽培。若采用春、秋两季自然条件生产，在选择栽培季节时，必须首先考虑出耳期间当地的自然气候特点，银耳从接种到出耳，整个生产周期为35～40天，菌丝生长为15～18天，要求室温不超过30℃；子实体生长为20天左右，室温以27℃左右为宜。温度若超过以上范围，则生长不良，产量下降。

我国幅员辽阔，各地气温相差较大，在选定栽培季节时，要因地制宜。夏季最高温度不超过30℃的地方，是银耳栽培的大好季节。低海拔的南方各省，冬季无零下严寒的地区，春、秋、冬三季均可栽培。

2. 栽培料的选择与配方

袋栽银耳的栽培原料十分广泛，主料以木屑、棉籽壳、玉米芯、甘蔗渣等农副产品下脚料为宜，并适当添加麸皮、米糠、黄豆粉、石膏、蔗糖等辅料即可。根据各地生产实践证明，以下数种配方有



利于高产。

（1）木屑培养基配方

1）木屑 77%、麸皮 19%、蔗糖 1%、过磷酸钙 1%、石膏粉 1.6%、尿素 0.4%。

2）木屑 76%、米糠 19%、黄豆粉 1.5%、蔗糖 1%、过磷酸钙 1%、石膏粉 1.5%。

3）木屑 74%、麸皮 22%、石膏粉 3%、尿素 0.3%、石灰粉 0.3%、硫酸镁 0.4%。

4）木屑 76%、麸皮 20%、黄豆粉 1.5%、硫酸镁 0.5%、蔗糖 1%、石膏粉 1%。

5）木屑 73%、麸皮 24.5%、石膏粉 1%、蔗糖 1%、磷酸二氢钾 0.5%。

6）木屑 66.5%、麸皮 30%、石膏粉 1%、蔗糖 1%、硫酸镁 0.5%、黄豆粉 1%。

（2）木屑、棉籽壳培养基配方

1）木屑 40%、棉籽壳 37.6%、麸皮 20%、石膏粉 2%、硫酸镁 0.2%、尿素 0.2%。

2）棉籽壳 78%、木屑 18%、石膏粉 2.7%、硫酸镁 0.5%、过磷酸钙 0.5%、尿素 0.3%。

（3）棉籽壳培养基配方

1）棉籽壳 77%、麸皮 19.4%、石膏粉 3%、尿素 0.3%、石膏粉 0.3%。

2）棉籽壳 80%、麸皮 17%、石膏粉 2.5%、硫酸镁 0.5%。

3）棉籽壳 96.3%、石膏粉 2%、黄豆粉 1.5%、硫酸镁 0.2%。

4）棉籽壳 73%、麸皮 22%、黄豆粉 2.2%、石膏粉 1.4%、蔗糖 1%、硫酸镁 0.4%。

（4）甘蔗渣培养基配方

1）甘蔗渣 71%、麸皮 24.6%、黄豆粉 2%、硫酸镁 0.4%、石膏粉 2%。

2）甘蔗渣 74%、麸皮 20%、石膏粉 2%、蔗糖 1.2%、黄豆粉 1.2%、硫酸镁 1.6%。

（5）玉米芯培养基配方

1）玉米芯（粉碎）70%、麸皮25%、石膏粉1.5%、蔗糖1.5%、黄豆粉1.5%、硫酸镁0.3%、磷酸二氢钾0.2%。

2）玉米芯40%、棉籽壳40%、麸皮18%、石膏粉1.6%、尿素0.4%。

（6）棉秆粉、麸皮培养基配方

1）棉秆粉70%、麸皮25%、棉籽粉2%、石膏粉2%、白糖1%。

2）棉秆粉70%、麸皮或米糠25%、大豆粉3%、葡萄糖1%、石膏粉1%。

3. 菌袋制作

（1）培养料的配制 上述配方任选一种，使用前将各料置烈日下曝晒1天，利用阳光中的紫外线杀死料中所带杂菌孢子、虫卵和螨类等害虫，以减少生产中的病虫为害基数。秸秆类的原料，要粉碎过筛，以防刺破料袋染杂。配方中用蔗糖、硫酸镁、磷酸二氢钾、尿素等，要先用少许热水溶化，然后洒入培养料中进行拌料。充分拌匀后即可装料。



【提示】 培养料含水量以50%～55%为宜，不要超过60%。

（2）装袋 根据灭菌方式选用适宜的栽培料袋，常压灭菌可采用聚乙烯筒膜，高压灭菌则用聚丙烯筒膜。耳袋规格采用长50cm、折宽12cm、厚0.035～0.04cm的筒袋，先将袋的底部扎好，顶端反折后复折一次，另一端作装料口。装料可采用人工装料，大批量生产时，最好采用装袋机装料，一般每台机械每小时可装料400袋，可提高工作效率，然后扎紧袋口，擦净袋面，在光滑平坦的工作台或地面，用木板将料袋稍压扁，用打孔器在正面等距离打4～6个接种孔，孔径1.2cm、深1.5cm，用3.3cm×3.3cm的胶布贴封穴口。装料扎袋，打孔贴胶布要采用流水作业法，从拌料至装料结束，要求在5h内完成。

（3）灭菌 装完袋后要及时进行灭菌。采用常压灭菌时，灭菌灶（柜）的容积以能装1000袋较为适宜。将料袋卧放于灭菌灶的蒸仓内，袋间保持一定空隙，以利于蒸汽流通，提高灭菌效果。灭菌开始火要猛，要求在2～4h内使蒸仓内温度达100℃，然后用中火保



持微沸状态10～12h，在结束灭菌前，再用旺火加温0.5h，中途不得停火和加冷水（需加水时应加开水），停火后利用灶内余热闷一夜可提高灭菌效果。然后打开蒸仓，趁热出袋（以免封口胶布吸湿），移入接种室，每行3袋，呈“井”字形摆放，以利于散热，冷却接种。

（4）接种 接种前，先将白毛团除去，然后将种瓶上部6cm左右的菌丝挖松，用接种铲将生长在表层的银耳菌丝与生长至培养料深层的“羽毛状”菌丝充分拌匀。为了保持银耳菌丝与“羽毛状”菌丝达到一定比例（3∶1），6cm以下的菌种通常弃之不用。

【提示】 接种应严格遵守无菌操作规程，接种室要用福尔马林和高锰酸钾混合密闭门窗熏蒸消毒。接种时，先用75%酒精对菌种瓶表面进行消毒，然后去掉棉塞，在酒精灯火焰封口的条件下，用接种铲进行接种，若2人操作，则1人揭开料袋胶布，另1人以接种铲挖取已拌匀的菌种接种。接种量10g左右，要低于胶布口0.3～0.5cm，使种穴内有一定空间，以利于菌丝萌发定植，接种后立即复封胶布。每瓶菌种可接菌袋20袋。有条件的可采用超净工作台接种。

（5）发菌管理 接种后，将菌袋移入事先消毒的培养室内培养发菌。将菌袋在培养室按“井”字形交叉堆放，在室内地面或床架上发菌（图5-1）。前3天是菌丝萌发定植期，并逐步吃料深入基质内。此时室温应控制在25～30℃；3天后，菌丝向穴口周围伸展，要结合翻堆，将床架上的菌袋上下移位，并加大袋间距离；以后每3天翻堆1次，袋间距增大到2cm，以利于通风散热。此期应将室温调至25～26℃以利于菌丝生长。温度过高，则菌丝生长快，但纤弱无力，养分积累少，对出耳不利；温度过低，则生长发育缓慢；温度过高时，要及时开窗通风



图5-1 银耳菌袋发菌

降温；温度过低时，可用炭火增温，但要注意通风排除过高二氧化碳，以免影响菌丝生长。发菌期的空气相对湿度要控制在70%以下。湿度偏高，封口胶布易受潮，有利于杂菌滋生；但相对湿度也不得低于60%，以防菌种失水干枯，对发菌不利。在正常情况下，发菌期每天开窗通风1～2次，每次30min。如果气温适宜，外界温度波动不大，也可长时间开窗通风。

发菌期要结合翻堆，检查菌袋污染情况，发现杂菌菌落，及时用酒精与甲醛的混合液注射患处，封闭将其杀灭，以免扩大感染。

4. 出耳管理

（1）原基分化期

1）开孔增氧。经8～10天发菌培养，菌落直径可达10cm左右。当相邻两个接种穴间的菌丝将要相互连接时，应将封口胶布揭开，改平贴为拱贴，使之具有一定空间，以增加氧气供应，促进菌丝进一步生长，并有利于原基分化。开穴增氧1～2天，要将菌袋散开排放于地面或床架上，在室内喷敌敌畏消毒。开穴半天后开始喷水，每天喷水3～4次，喷水时主要对空中和地面进行，要防止水分渗入孔隙中。室温要保持25℃左右，并加强通风。在气候较干燥的西北地区，开孔后要在菌袋上覆盖报纸或薄膜，以利于保湿。

2）揭开胶布。开孔增氧后4～5天，穴中逐渐出现白色凸起毛团状菌丝。此时，室温可降到20～23℃，相对湿度提高到80%～85%，以促进原基分化。随着菌丝生理成熟，白毛团上会出现浅黄色小水珠（俗称“吐黄水”），应将菌袋翻转使孔口缝隙向下，让黄水流出穴外。必要时可用脱脂棉吸干黄水。然后将室温回升到25℃，并加强通风，使黄水干枯。

接种后15天左右，穴内逐渐形成胶质化银耳原基，应及时揭去胶布，用湿报纸覆盖，使之有利原基发育。

3）划膜扩口。划膜扩口要以接种穴为圆心，用锋利小刀在接种穴外环割一圈，并将薄膜撕去，环割直径比原孔增加0.5cm即可。

划膜扩口的时间各地有所不同。南方是在子实体已长出孔穴的幼耳期；北方等地是在原基分化期，此时扩孔更有利于耳基形成和促进原基生长发育。





【注意】 原基分化是银耳由营养生长转向生殖生长的一个重要生理转型期，它直接关系到出耳的迟早和产量的高低，因此，要特别抓好以下环境因子的调节。

① 温度要求偏低。此期是银耳生理变化最活跃的时期，新陈代谢旺盛，产生的热量大，所以要将室温降低到 22～24℃，使其保持生理平衡。若高于 25℃，黄水分泌增多，高于 28℃，分泌水珠呈黑色，其原基也随之变黑，严重影响出耳率和耳质。

② 湿度要适宜。原基分化时，相对湿度应控制在 90% 为宜。开孔增氧时保持 80%～85%，原基出现分化后，要增加到 90%。

③ 保持耳房空气新鲜。原基分化时，要加强通风，保证充足新鲜氧气供应，这是促进原基分化发育的重要条件。尤其是春耳，此期室内外温差小，空气对流低，更要经常打开门窗通风换气。

（2）幼耳期 接种后 19～27 天为幼耳生长发育期。在此期间内，幼耳的生长有两个特点：一是幼嫩，易受环境条件影响；二是生长不整齐，出耳较早的朵型已有蚕豆粒大小，出耳晚的只有黄豆粒大小。因此，管理工作要根据这两个生长特点进行管理，促使幼耳生长健壮，并缩小群体间的差距，为高产打下基础。

1）温度。室温要调节在 23～25℃，以不超过 25℃为宜。超过 25℃，耳片则薄，超过 28℃时，耳片会出现萎缩进而导致腐烂。但温度也不宜低于 22℃，温度过低，耳片也变薄，长期低温也会使耳片萎缩，乃至不开片，或造成烂耳。

2）湿度。幼耳期室内空气相对湿度以 80% 为宜。低于 75%，易使幼耳萎缩发黄；高于 85%，则出现开片早、展片不均匀现象，不但产量低，朵形也不好，降低商品价值。

3）通风。幼耳期因室内湿度偏低，不宜开窗通风。否则会因湿度下降而使幼耳萎缩变黄；同时，供氧过剩会使幼耳发育过快，影响产量和质量。在幼耳管理的最后 4 天，每天上午 10：00 后，在温湿度正常的情况下，幼耳有 3cm 大小时，将报纸等覆盖物揭开数小

时，使幼耳能接触更多的氧气。如果发现有烂耳病状，可在水中加四环素或金霉素适量喷雾杀菌防治。

（3）成耳期 接种后第28天起，约经10天，银耳进入成熟期，此期为成耳期。成耳期的管理重点是促进耳片展开和旺盛生长。主要抓好以下几项工作：

1）防止高温。此时室温宜控制在24～25℃，以25℃最为适宜。在此温度下生长出的银耳朵形好，耳片厚，产量高。成耳期是银耳生理活动成熟期，袋温较高，要防止室内出现高温。若室温超过27℃，应整天开门窗通风，并结合喷水保湿，防止耳片干燥萎缩。

2）重水催耳。当子实体长到5cm大小时，要用重水进行催耳，使相对湿度达95%，5～6天内银耳即可迅速展片长大。喷水次数和喷水量，要根据气候和出耳情况灵活掌握，原则是“宁湿勿干”。从第33天起，可将报纸揭去，将水直接喷在耳片上，可使耳心部分得到充足氧气和水分，让朵形更加饱满。采耳前5～7天，停止喷水，保持湿润状态即可。

3）通风增氧。子实体生长期，呼吸作用旺盛，对氧气需求量大，尤其在采收前几天，如果湿度过大，通风不良，很容易出现烂耳。因此，在气温高时应日夜开门窗通风，背阴的门窗可整天打开。

4）给予充足散射光照。成耳期要拆除门窗上所有遮阴物，增加室内散射光照。在充足的散射光照下，子实体展开迅速，耳片肥厚，色泽白亮，商品价值高（彩图6）。

为便于广大菇农更方便地掌握袋栽银耳的管理要点，将其有关具体要求列成表5-1。

5. 采收与加工

（1）采收 经35～40天的培养管理，银耳子实体已达到成熟（彩图7）。成熟的标准是：耳片已全部展开，中部没有硬心，表面疏松，舒散如菊花状或牡丹状，手触有弹性，并有黏腻感时，即可采收。适时采收对银耳产量和质量均有重要影响，采收过早，展片不充分，朵型小，耳花不放松，产量低。采收时，要用利刀紧贴袋面从耳基面将子实体完整割下。应先采健壮耳，后采病耳，并分别盛放，以利于分级处理。采完后，随即挖去黄色耳基，清除杂质，在清水中漂洗干净，捞起沥干加工。





表 5-1　室内袋栽银耳管理技术要点

生长发育阶段及起止时间/天		室温/℃		相对湿度（%）		空　气	光　照	管理要点	病虫防治	注意事项
		适应温度	最佳温度	适应湿度	最佳湿度					
发菌期（1～12）	前期（1～3）	25～30	28	<70	60	要注意排除二氧化碳适当的通风供氧	黑暗或微光适当的散射光	密闭培养，注意环境干燥，重在控温，促发，翻堆结合除杂	尽量密闭，以防感染，注射封闭	气温低可堆放，但不可超过3层，注意保持室内干燥
	后期（4～12）	25～30	28	<70	60					
原基分化期（13～18）	开孔增氧（13～15）	20～25	23	75～85	80	适当通风，空气新鲜	较明亮的散射光	揭开胶布留通氧孔，除黄水，盖报纸	防虫、防止积黄水	每次喷水后要揭开报纸扇动，以防压闭孔口，防止高低温袭击，水分管理由低到高以控为主，促控结合，防止干热风直吹床面
	揭开胶布（16～17）	20～25	23	80～90	85	适当通风，空气新鲜	较明亮的散射光	揭开胶布，对未分化者割袋催蕾	防虫、防止积黄水	
	划膜扩口（18）	22～24	23	85～95	90	适当通风，空气新鲜	较明亮的散射光	在接种孔扩口	防虫、防止积黄水	

（续）

生长发育阶段及起止时间/天		室温/℃		相对湿度（%）		空　　气	光　　照	管理要点	病虫防治	注意事项
		适应温度	最佳温度	适应湿度	最佳湿度					
幼耳期（19～27）		22～25	23	75～85	80	适当控制通风量	较明亮的散射光	严格控制室温，降低温度和通风量，控制早开片，24 天后揭报纸增氧	揭纸晾袋，防止烂耳	
成耳期（约 38）		23～26	25	90～100	95	适当控制通风量	较明亮的散射光	28 天后用重水催耳至 33 天，31～32 天揭去报纸，开门窗通风	加大通风，防止烂耳	注意天气，及时采收

注：此表引自陈士瑜的《木耳银耳栽培新法 73 种》。




（2）加工 银耳多采用干制加工，以晒干为主。晒干的银耳色泽洁白，略带黄色，如果采耳期遭遇阴雨天，则应采用烘干法干制（图5-2）。烘干的银耳呈金耳色。两者的品质并无明显差异，但形态上烘干者不如晒干者完美，且烘干的折干率比晒干低5%。每100kg鲜耳可晒得干耳15～18kg。



图5-2 银耳干制

6. 转潮耳的管理

银耳采收后，即可进行再生耳的管理。管理要求是：采耳后3天内不要喷水，室内相对湿度保持在85%即可，温度保持23～25℃，以利于菌丝恢复生长。一般在头潮耳割后，耳基上会分泌大量浅黄色水珠，这是耳基保持旺盛生命力的征兆（无水珠者，则很少出再生耳），此时要将黄色水珠倒掉，以防浸渍危害。当新生耳芽出现后，控制室温23～25℃，相对湿度85%，湿度不足时要向地面和空中喷水，直至耳片成熟。

7. 易出现的问题

（1）烂耳 多为细菌性病害，耳穴内呈黄褐色黏稠液状物。

1）病因。直接把水喷在耳片上，造成烂耳。水中带有杂菌引起耳片感染，造成烂耳。喷水过多，水分在耳基部存量大，也会导致烂耳；室内二氧化碳浓度过高、害虫危害，也会引起烂耳。

2）防治措施。

① 保持环境清洁，栽培室附近不可堆积栽培银耳的废料。

② 加强水分管理。忌穴内积水，不要直接往穴内喷水；喷水不

要过量，一般以穴内胶布面粘有小水珠为宜；喷水时要结合通风，不可关门喷水造成高温高湿；喷水后若发现耳片上有大量积水，要加大通风量，并延长通风时间。

③ 防止黄水珠累积过多。银耳原基吐黄水珠，这是正常现象。但黄水珠若大量积累于耳基会导致烂耳。应及时喷水调湿，加强通风，进一步促进分化，并及时将分泌物倒掉，或用焙干的石膏粉吸干。

④ 在喷水过程中通过溅起的水珠，使病菌传播扩散，造成严重烂耳。烂耳发生后，可用5%~10%的金霉素喷施。病情严重时，及时清除掉烂耳。

⑤ 加强通风。银耳是一种好气性真菌，在低温季节栽培时，需要生煤火加温。若忽视通风，会造成二氧化碳浓度过高，氧气不足，减弱或抑制银耳的生长发育，使自身的抗逆力下降，引起烂耳。防治方法：注意定时开窗通风换气，每天3~4次，结合喷水进行。通风时间为30min左右。

⑥ 防治害虫。危害银耳的两大主要害虫是谷盗和食酪螨，它们咬食银耳的幼嫩菌丝，危害子实体，也会引起烂耳，可用600~800倍的敌敌畏喷在覆盖物上杀灭；栽培期间，每隔6~10天，用敌敌畏、敌百虫对室内墙壁、地面喷雾。

（2）僵耳

1）病因。多为白粉病造成。特别是在高温、通气不良条件下发生蔓延极快。被感染的子实体表面呈白粉状，使子实体不能正常生长，形成僵化状。

2）防治措施。可用多点硫黄快速熏蒸法，能控制蔓延除去病害。具体方法是在耳房内多处点燃硫黄熏蒸，当烟雾充满室内空间时，立即熄灭点燃的硫黄，并打开门窗通风。要求动作快速，以免产生药害，也可在幼耳发病时喷施石硫合剂，控制蔓延。

（3）红银耳病

1）病因。该病由红酵母菌引起，被感染的银耳开始变红，继而腐烂。多发生于夏季温度和湿度偏大的耳房中。蔓延极快。

2）防治措施。此病目前尚无有效药剂防治。在生产上采取适当



提高接种量，避开25℃以上高温出耳。出耳时，加强通风，防止高温高湿，减少发生和危害，出现病耳及时剔除埋掉或烧毁。

三 银耳栽培新法

袋料栽培银耳，还可采用以下几种方式进行，既可简化工艺，又可提高产量和品质。

1. 套袋栽培法

所谓套袋栽培，就是采用外袋套内袋代替封口胶布的一种双层塑料袋（太空舱）栽培法。此法可简化栽培操作和管理工艺，既可提高生产效率，又可防止杂菌污染，值得积极推广使用。具体做法如下。

（1）套袋制作 采用规格12cm×50cm、厚0.035～0.04cm的低压聚乙烯筒膜做料袋，按常规方法配料装袋，扎紧袋口。另取规格为12cm×55cm、厚8mm的低压聚乙烯筒膜做外套装筒，先扎紧一端，再将已装好的料袋塞进筒内，上端用橡皮筋扎口，按常规方法灭菌。

（2）打孔与接种

1）打孔器具的制作。购一45W的市售电烙铁，将烙铁前端弯头锯掉，保留其柄部，长约25mm；用一根约120mm、直径38mm的金属棒，加工成长锥形，然后再装在烙铁头上，用螺钉固定。接种时，接通电流，使烙铁预热，即可在预定的料袋部位打接种孔，孔深视需要而定。采用电烙铁打孔，能杀灭一切黏附的杂菌，操作十分方便。

2）接种。解外套筒的橡皮筋，将料袋从套筒内抽出所需接种部位，用电烙铁打孔器在料袋同一平面上等距打孔，孔径4cm，将菌种块压入孔内；再将菌袋塞入外套筒内，重新用橡皮筋扎口，置培养室内发菌。

（3）发菌管理 接种后5～7天后，将接种孔向上，将菌袋平排于床架上；14天后，当接种穴内有绒毛状白色菌丝出现时，松动橡皮筋，补充外套筒内的氧气；18天后，袋内有黄水出现时，去掉外套筒（洗净后晾干再用），覆盖旧报纸，喷水保湿，按常规管理出耳。

2. 吊袋栽培法

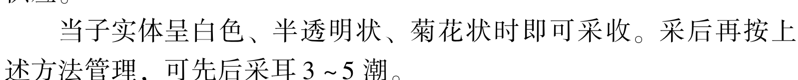
所谓吊袋栽培法，就是将发好菌的菌袋吊挂在耳房或菇棚内让其出耳的一种栽培方法。此种方法设施简单，投资少，通风条件好，上下层温差较小，能避免因菌袋积水而引起杂菌滋生和烂耳。具体做法如下：

（1）菌袋制作 培养料配料、消毒、灭菌、接种均按常规方法进行。为便于吊挂，在菌袋的一端系长10～15cm的尼龙线，头上留扣结，以利于吊袋。

（2）栽培架的搭建 栽培架由2根立柱和4根横杆组成。立柱长2.5m，直径5～8cm，埋在栽培室或菇棚的土内，入土深20cm左右（室内不便挖土时，将立柱与横杆用铁线扎紧成架也可），间距0.9～1m。埋土之前，在每根立柱的同一侧，于距下端95cm、140cm、185cm、230cm处各钉一颗10cm的铁钉，用于搁放横杆。横杆长1～1.05m，粗以能承受20kg的负荷为度。在每根横杆相对的两侧面，各钉一排6～8cm的铁钉，间距9～10cm，每侧10个，用于悬挂菌袋。每杆可挂20袋。

栽培架的数量，视栽培规模和耳房大小而定。相邻两架间留60～70cm作业道，两边可设5架，能吊挂800个菌袋。

（3）吊袋管理 接种后将菌袋直接吊挂在上述消过毒的培养架上，1～5天内保持室温28～30℃，5～12天降至25～26℃，空气相对湿度不超过65%。12天后至出耳前，温度调为23～25℃，相对湿度75%左右。在温湿度适宜的条件下，12天后菌丝即可长满料面。此时应揭开胶布一角，以利于增氧，孔口应向地面。待接种口吐黄水时，将胶布缝隙揭大，用脱脂棉吸干黄水并用旧报纸覆盖整个菌袋，以便喷水保湿。耳基形成后揭去胶布，调控相对湿度达85%～90%，随着子实体幼耳长大，逐步增加相对湿度至95%，室温控制在22～25℃。前期轻微通风，以后逐渐加大通风量，保证充足氧气供应。



当子实体呈白色、半透明状、菊花状时即可采收。采后再按上述方法管理，可先后采耳3～5潮。

3. 斜架式栽培法

斜架式袋料栽培银耳，因为菌袋呈斜式排放，易于排除积水，



能明显减少流耳率和烂耳率。斜架式与床架比可降低设施投资23%，空间利用率提高25%～30%，提高产量15%～20%。具体做法如下：

（1）床架设立 床架为立式三角，架高2.2～2.5m，架顶夹角为30°左右。每层间距42～50cm，共4～6层。近墙处单面架，斜靠墙上；中间用“人”字形双面架。

（2）菌袋排放 将接种后的菌袋从下层依次向上排放，菌袋的上端用细尼龙绳吊在上一层横放的竹竿上，下端斜放在下一层横放的竹竿上，接种穴口向外。同一层的横杆，又是上一层菌袋斜放的支杆。菌袋排放结束后，呈一排挂满菌袋的斜墙面，看起来十分美观。

（3）室内管理 基本上与平架式袋栽相同。上架后培养室保温24～28℃，空气相对湿度为60%～65%。培养5～7天后，菌丝伸展到4～5cm时，用消毒的缝纫针在菌袋穴位上下两侧扎孔通气，并覆盖消毒后的报纸或牛皮纸。当菌袋各穴口孔菌丝基本长至连接时，掀动穴口覆盖物，以利于通气增氧，促原基分化。当幼耳长到4～5cm时，去掉覆盖物，喷水保湿，直至成熟采收。采耳后仍按上述操作进行再生耳管理。



第六章 榆耳高效栽培

榆耳（*Gloeostereum incarnatum* S. Ito et Imai）又名榆蘑、榆树蘑菇、沙耳（黑龙江），属担子菌亚门、层菌纲、无隔担子菌亚纲、非褶菌目、皱孔菌科（胶半隔菌科）、黏韧革菌属（胶韧革菌属）。在自然界，野生榆耳于每年8月中旬～9月腐生在我国东北地区的榆树上，所以称为榆耳。

榆耳是著名的食用和药用真菌，具有很高的食用和药用价值。榆耳子实体肥厚丰满，其肉质如蹄筋，质地如海参，具有特殊风味，味道鲜美可口，营养丰富，是一种美味食用菌。榆耳子实体含有丰富的蛋白质，蛋白质的含量介于动物与植物之间，是一种高蛋白低脂肪的食品，粗蛋白质（包括水溶性蛋白质）占13.65%，粗脂肪占0.34%，碳水化合物占75.71%，粗灰分占10.3%（其中含有钙、磷、铁）。蛋白质含有种类丰富齐全的17种氨基酸，特别是人体不能合成的必须从外界摄取的全部必需氨基酸占总氨基酸含量的42.9%。榆耳子实体碳水化合物中含有各种糖类，并含有一定数量的维生素，如维生素 B_1（硫胺素）、维生素 B_2（核黄素）、维生素 B_3（烟酸）、维生素C（抗坏血酸）、维生素E，这些维生素具有调节肌体的新陈代谢作用，粗灰分中无机元素以钙、镁含量较高，还有一定量的锌。总之，榆耳营养丰富，经常食用榆耳可增强体质，可以作为保健食品食用。

榆耳子实体及发酵菌丝体可入药，其引入中药已有悠久历史，药效显著。明代著名的医药学家李时珍所著的药典《本草纲目》中



即记载有榆耳的药用价值："八月榆耳，以美酒渍曝，同青粱米、紫苋实蒸熟为末，每服三指撮，酒下，令人辟谷不饥"。在产地，民间采后晒干保存，常用于治疗痢疾、腹泻、肠炎等肠胃疾病，与鸡蛋煮或炒食可治白痢，与红枣水煮食则能治红痢等肠道疾病，而且对于红白痢疾疗效极为奇特，食用1～2片即可痊愈。

科学试验证明，榆耳的生理活性物质具有较强的抗炎性，能明显抑制痢疾杆菌、绿脓杆菌、伤寒杆菌、产气杆菌、金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、枯草杆菌、肠炎沙门氏杆菌的生长，以及抗某些致病性真菌，如红色毛癣菌、石膏样毛癣菌、紫色毛癣菌、断发毛癣菌、黄癣菌、絮状表皮癣菌、犬小孢子菌、铁锈色小孢子菌、石膏状小孢子菌的作用，其中对痢疾杆菌、肠炎杆菌、绿脓杆菌的抑制作用最为明显，这与民间用榆耳治疗腹泻的作用相一致。榆耳还有较强的抗溃疡作用，可以用来治疗胃溃疡等其他肠胃系统疾病。榆耳制剂在临床上主要用于治疗肠炎、痢疾和胃溃疡等疾病。榆耳多糖是一种由糖和蛋白质相结合的物质，具有增强肌体免疫功能、抗炎、抗肿瘤、抗癌活性、降血脂等多方面的生理功能。

第一节　生物学特性

一　形态特征

1. 菌丝体

菌丝近无色，营养菌丝体幼嫩时白色，培养后期变微黄色，菌丝呈线形绒毛状，粗3.2～3.6μm，具有分枝、横膈及锁状联合。

2. 子实体

榆耳为丛生性多孔菌，子实体单生或覆瓦状叠生在一起（彩图8），较小或中等大，扁平，背着生；子实体无柄或有极短的柄；其质地幼时柔软，肉质肥厚，富有弹性，近胶质呈半透明状，表面浅粉红色、浅橘红色、杏黄色或橘黄色至浅褐色，子实体干后收缩成软骨质，坚硬而脆变成深褐色至浅咖啡色，经水浸能复原；菌盖（耳片）初生时平伏或近球形，似不规则脑状，随着生长逐渐开片平展后，菌盖呈半圆形、肾形、耳状、贝壳形或近扇形或盘形，菌盖

大小为（3～15）cm×（4～16）cm，厚0.3～3cm，表面初为乳白色或粉红色，后期变为浅褐色或浅咖啡色，菌盖边缘内折，有时波状，菌盖结构分3层：上表层为毛层，表面密生一层松软而厚的橘黄色至粉红色短绒毛层，毛长1mm左右，是由排列较密集、顶端游离的菌丝相互粘连在一起的菌丝束构成的，边缘茸毛短而稀，颜色也浅；中间层为髓部，由较疏松而相互交织在一起的薄壁菌丝组成，菌丝间充满胶质物；下表层为子实层，子实层表面凹凸不平，呈细皱形，乳白色、奶油色或粉肉色至浅黄色、近橘黄色或红褐色，其上密布有明显的呈放射状排列的不规则半透明疣状凸起，直径1～3mm，栅栏状排列，有辐射状曲折的分枝棱脉，表面往往似有粉末，子实层由担子和囊状体相间组成，担子无隔膜、棍棒状，表面有较稀疏的凸起网状纹饰，大小为40μm×5μm，每个担子顶端着生4个瓶梗状小梗，每个小梗上着生1个椭圆形或腊肠形担孢子，担孢子表面有不规则的网状纹饰，大小为（6.2～7.6）μm×（2.7～3.6）μm。囊状体呈长圆柱形、圆锥形或近棒状，表面有较密的不规则网状纹饰，大小为（41.4～60.3）μm×（3.4～4.5）μm。孢子无色、光滑，壁薄，卵形、椭圆形至腊肠形，大小为（5.8～7.4）μm×（3.2～3.6）μm，孢子印白色。



【提示】 不同菌株的榆耳，其子实体形态也存在差异。



二 生态习性

榆耳是一种树木腐生真菌，野生榆耳多生长在家榆、春榆的枯树干上、树洞上。野生榆耳大多生长在湿度较高、光线较暗的山沟、沟塘和半山坡的家榆、春榆的枯树干上（彩图9）。在自然界，8月下旬～10月产生榆耳子实体。

榆耳是木腐菌，在自然界中它不能在活树上生长，而是在活树的枯死部位生长，它靠榆耳菌丝自身分泌相应的酶来分解和利用树木中的木质素、纤维素、半纤维素、有机氮等营养物质而生长。





榆耳为好氧菌，野生者多在山区林中，空气新鲜有利其生长。人工栽培榆耳时，在菌丝生长阶段，其培养袋（瓶）封口要注意通气良好；在子实体形成分化出耳期，更应保持出耳场所空气新鲜，有足够的氧气，以满足其生长发育的需求。

三 生长发育条件

1. 营养条件

（1）碳源 榆耳为木腐真菌，能较好地分解利用木屑中的纤维素和半纤维素，而分解利用木屑中木质素的能力微弱，可导致木材褐腐，菌丝在多种基质上均能生长，但以选用富含纤维素和淀粉而含木质素较低的纤维材料废弃物为好。人工栽培试验表明，以棉籽壳、废棉等作为碳源的产量最高，豆秸、玉米芯和花生壳次之，也可用阔叶树木屑作碳源，但产量最低。

（2）氮源 榆耳能很好地分解利用豆饼粉、玉米粉，其次是酵母粉、蛋白胨、甘氨酸、丙氨酸等有机氮源，而利用无机氮的能力较差，对谷氨酸和硝酸钠利用效果差，不能利用尿素和硫酸铵。因而，培养基中必须添加有机氮源，如麦麸、玉米粉、米糠等，而不宜使用化肥。榆耳培养料的适宜碳氮比为（24～30）∶1，氮的含量以0.4～0.5g/L为最佳。

2. 环境条件

（1）温度 榆耳属于低温生长和变温出菇型真菌。温度是否适合对榆耳的正常生长发育起着重要作用。榆耳的生长发育只有在一定的温度范围内才能进行，这是因为榆耳的新陈代谢需要许多酶参与，各种酶都是蛋白质，过高或过低的温度均会使酶的活性降低直至丧失。

1）菌丝生长对温度的要求。榆耳菌丝生长的温度范围为5～35℃，适温范围为22～27℃，其中以25℃最为适宜。温度在15℃以下菌丝生长缓慢；10℃以下经12天菌丝才开始萌动；30℃以上生长虽快，但菌丝细弱；35℃以上停止生长并死亡，榆耳菌丝的致死温度低于大多数食用菌。有的高温菌株可耐37℃高温，经14天菌丝仍可存活，致死温度为40℃。



【注意】 在测量菌丝发育的温度时，要注意气温与菌温的区别。菌温是指菌丝生长时的培养料温度，气温是指培养室内的温度，这两个温度是不相同的，通常菌温要比气温高出1～4℃。

2）原基形成对温度的要求。榆耳属于低温结实型真菌，子实体的原基形成要求较低的温度，一般来说，原基形成时温度不仅低于菌丝生长的温度，而且也低于子实体生长时的温度。榆耳原基形成时的温度范围为5～26℃，以10～22℃为适宜，在10℃以下和25℃恒温下，难以分化形成子实体原基。



【注意】 营养生长阶段的温度也影响榆耳子实体原基的形成。不同温度下培养的菌丝体，原基出现率和出现时间的早晚都有差别。在30℃温度下培养的，尽管以后置于适宜的环境条件下，也不容易形成原基。在25℃温度下进行发菌，对原基的形成最为有利。

3）子实体生长对温度的要求。榆耳子实体发生和发育的温度范围较窄，子实体可以在10～23℃温度范围内生长，而最适温度为18～22℃，在适温范围内，低温时子实体生长慢，高温时子实体生长快。

（2）水分 榆耳生长发育所需的水分来源有2个方面，其中绝大部分来自于培养基，一小部分来自于空气中的水蒸气。

1）培养基含水量。适宜榆耳菌丝生长的含水量应在40%～75%，以60%～65%最佳。接种前的基质含水量低于55%，菌丝虽可生长，但难以分化出子实体原基；高于70%时，菌丝生长缓慢。注意含水量不能过大，含水量过大，会影响菌丝的呼吸作用，抑制其生长，常常导致菌丝只在培养基表面或上层生长，使得下部培养基的营养不能利用，导致产量显著降低甚至绝收。

2）空气相对湿度。榆耳生长要求潮湿的环境，即一定的湿度条件。一般用空气相对湿度来衡量。一定的空气相对湿度影响着培养基水分的蒸发速度。榆耳子实体生长发育期间，空气相对湿度要求达到90%～95%，如果低于80%，原基不易分化，已经分化的原基



也生长缓慢，难以长成子实体；如果低于 70% 时，原基不能分化，已分化的原基也不再生长，甚至会干枯死亡。

【注意】 榆耳不同于伞菌，它的子实体是胶质的，胶质子实体本身可以直接从环境中吸收水分。因此，子实体发育阶段的水分管理是榆耳高产优质的关键。出耳生长阶段的环境湿度以干、湿交替为好。在干、湿交替的环境中，比恒湿条件下对耳片的伸展更为有利，同时也有利于预防出耳期间的杂菌污染。

（3）光照

1）菌丝体。榆耳菌丝在无光或有散射光条件下均能生长，但强光照能强烈抑制菌丝萌发，会使菌丝生长前端的分枝减少，菌丝稀疏，气生菌丝几乎完全消失，因而在发菌阶段，最好置于黑暗或弱光照下培养。

2）子实体分化、生长。榆耳原基分化需要一定的散射光刺激，光照可诱导子实体原基的形成，以偏暗的弱散射光的效果最好；光照过强，会抑制子实体原基的形成；在完全黑暗的无光条件下，也不能形成子实体原基。光照强度对子实体的色泽形成、色素积累和榆耳品质也是极为重要的，子实体形成期光照强度应增至 500lx 以上，子实体的色泽和品质，与出耳阶段光线强弱有密切关系。暗光照下，生长的子实体色浅，散射光下生长的子实体不仅颜色深，而且肉厚。

（4）空气 榆耳是一种好气性菌类，无论是菌丝体生长阶段，还是原基分化、子实体发育阶段，整个生长发育时期都需要保持空气新鲜，特别是子实体形成和分化期，需要供给充足的氧气。培养室内空气新鲜，氧气充足，能加速原基分化展片，当培养基通风不良，室内二氧化碳浓度积累过高时，原基不能正常分化成子实体，或形成菜花状、脑状的畸形子实体。氧气不足，可导致培养基发酵解体，榆耳菌丝变黄甚至死亡，榆耳片脱落。

（5）酸碱度 榆耳喜中性微酸性环境。菌丝在 pH 为 4 ~ 9 的培养基上均能生长，适宜 pH 为 5 ~ 7。pH 为 5.5 ~ 6 时，菌丝生长最好；子实体发育阶段，最适宜 pH 为 6 左右。

四 子实体发育过程

人工栽培时，在完成发菌后，适宜环境条件下，经 7～15 天培养，即可形成子实体。子实体的形成大致要经历以下几个生长发育阶段。

（1）菌丝团阶段 培养料菌丝长满后生理成熟时，表面菌丝开始变浓、加厚，继而菌丝体内水分和养分积聚成点。聚集扭结成为白色菌丝团，这种白色菌丝团常单个、数个、十几个或几十个同时发生。

（2）原基形成阶段 白色的菌丝团组织化，形成不规则的浅黄褐色的凸起物，即子实体原基。此时，子实体原基上常伴有黄褐色分泌物的出现。原基常几个同时发生膨大，几乎都可长大，通常不会死亡。从菌丝体出现到原基形成通常需要 2～4 天。

（3）原基膨大阶段 即小子实体形成阶段，原基形成后，不断长大，并连接成片，表面凹凸不平，呈不规则脑状，这个阶段一般需要经历 5～12 天。膨大期的长短决定于环境温度，并不会很快进入分化期。

（4）菌盖分化伸展阶段 即子实体生长阶段，当原基充分膨大，也即小子实体形成后，从任何部位都可能分化出片状菌盖，不断伸展长大，在原基尚未充分膨大时，则不能分化出菌盖。这个时期一般需要 1～2 周，时间的长短主要取决于环境温度。当菌盖伸展到直径 7～15cm 时，边缘卷曲变薄，即不再伸展。

（5）子实体成熟阶段 子实体成熟的标志是菌盖边缘开始卷曲。此时，子实体开始弹射释放孢子，应该及时采收。

不同菌株的榆耳，它的培养特征不完全相同，主要表现在菌丝萌发的快慢、生长速度、菌盖表面颜色和气生菌丝的多少等方面。

第二节 榆耳高效栽培技术要点

一 栽培场所的选择

榆耳不耐高温和在发菌阶段不需要光线，因此，榆耳的栽培场所应具有良好的遮光和防高温设施，通常是在室内、大棚、温室、



阳畦或地沟菇棚等栽培场所进行栽培。

二 栽培原料的选择

1. 主要原料

栽培榆耳的主要原料以纤维素和半纤维素为主要碳源的棉籽壳和废棉为最好，其次为豆秸、硬杂木屑、玉米芯、花生壳等，不能以稻草作为培养料。

2. 辅助原料

辅助原料简称辅料，是指榆耳栽培料中常用的一部分配合营养料，如麦麸、米糠、玉米粉、石灰、过磷酸钙、石膏粉等。

三 菌种选择

菌种的质量直接关系到榆耳产量与质量的高低。购买或生产菌种时，经营管理者必须能够鉴别菌种的质量，菌种优劣的检验方法如下：

1. 直接观察法

（1）优质菌种的表现 菌丝洁白（未见光时）或米黄色；菌丝密集，分枝浓密，呈白色茸毛状；菌丝爬壁能力强；菌丝在整个培养基内分布均匀；菌丝有单纯的香气。

（2）劣质菌种的表现 菌丝颜色多样，说明有杂菌；菌丝多处出现索状菌丝，菌丝收缩离开瓶壁，说明菌种老化；菌丝只在培养基上部生长，说明培养基湿度太大；菌丝有多种气味，是杂菌气味所致。

2. 菌丝长速观察法

将供鉴别的菌种接入新配制的母种培养基上，置于最适宜的温度和湿度下培养：菌丝生长迅速、整齐、浓密的，则为优质菌种；反之，菌丝生长缓慢或参差不齐的，则为劣质菌种。

3. 吃料能力观察法

将菌种接入原种培养基上，放于适宜的温度、湿度下培养，7 天后看菌丝的生长状况。如果菌种块很快萌发，向培养基内迅速生长，则为优质菌种；如果菌种块萌发比较缓慢，在培养基中生长缓慢，即为劣质菌种。

4. 出耳试验

经过以上观察试验，认为是优质菌种的，可以进行扩大转管，并且要取出一部分母种进行出耳试验，这是最可靠的菌种检测，凡是菌种生产者或大量栽培时都必须做此项工作。

四 榆耳的栽培与管理

榆耳的栽培方式有段木栽培、瓶栽和袋栽3种方式。段木栽培的子实体品质最好，有条件的，可以采用段木栽培。袋栽的生物学效率高于瓶栽，瓶（袋）栽的可在室内一般菇房，或室外塑料大棚、简易荫棚、日光温室或阳畦等栽培场所进行熟料栽培。为充分利用室（棚）内空间，可采用层架式栽培。

1. 栽培季节

人工栽培榆耳利用自然气温的，可根据榆耳子实体发生最适温度为18～22℃的习性，在当地气温稳定在18℃时为适宜的出耳期，再向前推40～50天，即为制作菌袋和接种的适宜季节。

北方地区每年可于春、秋两季进行栽培。春季栽培于当地气温稳定在10℃以上接种，以2月上旬～3月中旬为适宜接种期，具体时间应根据当地气象条件而定，3月上旬～6月底为出耳期，有条件的可以适当提前接种。秋季栽培在当地气温低于30℃时接种，以8月上旬～9月中旬为接种期，9月上旬～12月中下旬为出耳期。菌种提前生产。

南方地区气候温暖，从9月中下旬～第二年2月底都可以接种，出耳期在10月中下旬～第二年4月底。

2. 培养料配方

1）棉籽壳90%，玉米粉6%，石膏粉2%，石灰粉1%，过磷酸钙1%。

2）棉籽壳78%，麦麸10%，玉米粉10%，石膏粉1%，过磷酸钙1%。

3）棉籽壳68%，麦麸18%，木屑10%，玉米粉2%，蔗糖1%，石膏粉1%。

4）棉籽壳58%，麦麸20%，木屑20%，糖1%，石膏粉1%。

5）棉籽壳51%，木屑40%，麦麸1%，米糠5%，石膏粉1%，糖1%，磷肥1%。



6）废棉 48%，木屑 30%，麦麸 20%，石灰粉 1%，石膏粉 1%。

7）玉米芯（粉碎）84.3%，麦麸 14%，石膏粉 1%，石灰粉 0.5%，过磷酸钙 0.2%。

8）玉米芯（粉碎）75%，麦麸或米糠 20%，豆饼粉 3%，蔗糖 1%，石膏粉 1%。

9）木屑 78%，麦麸 18%，玉米粉 2%，石膏粉 1%，糖 1%。

10）木屑 40%，废棉 40%，麦麸（或米糠）16.5%，蔗糖 1.5%，石膏粉 2%。

3. 拌料

根据选好的主辅料配方，按其比例称取主辅料和清水，加水搅拌均匀，配制培养料。先把棉籽壳等主料倒入搅拌场上堆成山形，再把麦麸或细米糠从堆尖均匀地往下撒开，并把玉米粉、石灰粉和石膏粉均匀地撒向四周，把上述干料先充分搅拌均匀，再加水搅拌。拌匀后堆闷 1～2h，使水分充分吸透。

搅拌堆闷后的培养料要进行水分和酸碱度测定，调 pH 至 6.5～7.5，含水量为 60%～65%，进行装袋灭菌。

4. 袋栽

床面立袋栽培选用长 33～35cm、幅宽 17～18cm 的折角聚丙烯塑料袋；袋式墙栽采用长 40～45cm、幅宽 17～20cm、厚 0.04～0.06cm 高密度的低压聚乙烯筒膜塑料袋（每袋装干料 350g）。



【提示】 装袋要求松紧适中。装袋过松，袋内氧气过多，气生菌丝生长旺盛，而且在搬运过程中培养料极易断裂，影响菌丝正常生长，导致产量降低；装袋过紧，不仅容易破袋，而且透气性不好，使菌丝生长缓慢。松紧标准为：手抓袋中央，两端下垂，料断裂则为太松；五指用中等力捏下，袋面呈微凹指印为适宜；手捏过硬则为太紧。



【注意】 装好的料袋在搬运过程中要轻取轻放，以免破袋，同时堆放场地要用麻袋等铺垫，以防扎破料袋，使杂菌侵入。

5. 灭菌

榆耳菌丝萌发相对于其他食用菌较慢，因此对灭菌要求更加严格，要适当延长灭菌时间。常压蒸汽灭菌在100℃温度下要保持8～12h；高压蒸汽灭菌在0.12MPa压力下保持2h。

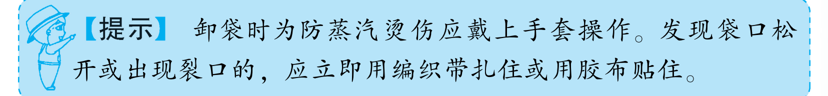
灭菌工作直接关系到培养料的质量和杂菌污染。在灭菌工作上出现失误，会使灭菌不彻底，接种后杂菌污染，降低产量，造成损失。因此，灭菌工作必须做好以下几点：

（1）科学叠装　灭菌灶内的叠装方式，应采取一行接一行，自下而上排放，上下装成一直线，前后叠的中间要留空隙，使蒸汽可以自下而上畅通。不能堆叠成“品”字形，致使上袋压在下袋的缝隙间，使蒸汽不能上下畅通，造成灭菌时局部低温处灭菌不彻底。所以，叠装时必须防止压住缝隙。

（2）温度达标　灭菌开始后，用大火猛烧，使温度迅速上升至100℃，愈快愈好，如果上温慢，则一些高温杂菌会繁衍生长，使培养料养分受到破坏。温度上升到100℃后，保持温度8～12h，中途不能停火，不能掺冷水，不能降温，使水始终保持沸腾状态。

（3）认真操作　在灭菌过程中，要注意观察温度、水位，灭菌灶内应装有温度计和水位计，以方便于观察温度和水位，温度如果降低要立即加大火力，如果水位降低到一定程度，应及时补充热水，防止烧干锅。灭菌开始后，应先打开灭菌灶排气口，让灶内冷气排净，待水蒸气大量从排气口排出后，再关闭排气口。同时检查灭菌灶是否漏气。如果有漏气，及时用湿棉花塞住，以免影响灭菌效果。

（4）卸袋　达到灭菌要求后，熄灭火力，让整个灭菌灶自然降温后再打开。如果一下子打开灭菌灶，灶内热气喷出，灶外冷气进入，一些装料太松或薄膜质量差的袋子，突然受冷热温差刺激，可能膨胀破裂或冷却后密布皱纹，所以要在自然降温至50℃以下时，方可卸袋。


【提示】 卸袋时为防蒸汽烫伤应戴上手套操作。发现袋口松开或出现裂口的，应立即用编织带扎住或用胶布贴住。

（5）冷却　将灭菌袋搬入冷却室内，排列成“井”字形，待袋

内温度降到28℃左右，即手摸袋无热感时，方可开始接种。准确测定方法：用棒形温度计插入袋料中观察温度，高于28℃应继续冷却。

6. 冷却接种

将灭菌后的料袋搬入接种室内，待料温冷却至28℃左右时及时进行接种，以减少杂菌污染，缩短菌丝生长缓慢期。

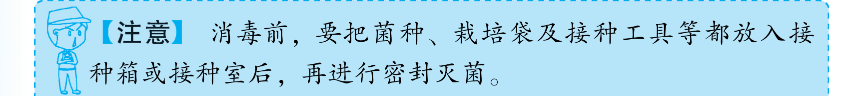
榆耳接种，应按无菌操作要求在接种室或接种箱内进行接种。

（1）菌种处理 用薄膜封口的榆耳菌种可直接搬入接种室或接种箱内接种，无须处理；而用棉塞封口的菌种则应事先拔掉棉塞，再用消毒后的薄膜包住瓶口，再搬入接种。这是由于菌种培育期间，棉塞内可能侵入杂菌，如果在接种时拔出棉塞，会导致污染。

（2）消毒 接种可用接种箱或接种室。接种箱效率低，但成品率高；接种室效率高，但成品率低。农村由于条件差，可用普通房间代替，为了达到无菌标准，房内必须清洗干净，严格密封，严格消毒。无论是用接种箱或接种室接种，均可采用下列方法之一消毒。

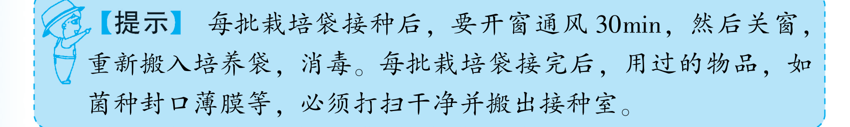
1）烟雾法。使用气雾消毒剂，使用时用火柴或烟头点燃，即冒出白色烟雾，密闭30min以上，用量按照说明书上用量使用。

2）熏蒸法。按照每$3m^3$用100mL甲醛加入50g高锰酸钾的比例，混合放于碗中产生气体，用于消毒灭菌40min以上。



【注意】 消毒前，要把菌种、栽培袋及接种工具等都放入接种箱或接种室后，再进行密封灭菌。

（3）接种 消毒灭菌后，用75%酒精擦洗双手，并严格按照无菌操作进行。由于是密闭式接种，所以两人配合接种速度快，成功率高。



【提示】 每批栽培袋接种后，要开窗通风30min，然后关窗，重新搬入培养袋，消毒。每批栽培袋接完后，用过的物品，如菌种封口薄膜等，必须打扫干净并搬出接种室。

7. 室内养菌管理

栽培袋经过接种后，要及时搬入事先处理好（包括灭菌、杀虫、

灭鼠）的干燥、卫生、通风、透气的培养室内进行集中培养，必须按照菌丝生长发育的要求，创造适宜的培养条件，使菌丝发育良好。

（1）叠袋科学 栽培袋堆叠方式，在无培养架的室内横放，按“井”字形堆叠，每层4～5袋，袋间应留有一定空隙，以利于通风换气，高可堆5～8层，不要超过10层，以25～40袋为一堆，依此堆叠为许多堆，每堆之间留通风道；也可直立放于培养架上，袋与袋间距1cm。

（2）控制温度 培养室内养菌期间温度保持在20～25℃，控制温度是养菌期管理重点，初期切忌温度过高。在自然气温较高时发菌要采取降温措施。菌丝生长期若长期处于27℃以上高温下，不但易引发杂菌污染，使菌丝生活力下降，而且不利于子实体的形成。所以要经常地观察料温，调节气温，使菌丝正常生长。

【提示】 袋温超过28℃时菌丝层发黄，受到损伤，此时应将堆形排列交叉成“△”形，以疏袋通风散热，抑制菌温。

（3）通风换气 多雨季节，要注意通风排潮，在有空气流动的条件下发菌，每天开2次门窗通风换气，保持室内空气新鲜。

【提示】 通风换气可以调节温度，气温高时，在早晨或夜晚通风，气温低时在中午通风，温度高时多通风，除了打开门窗使空气对流外，还可以用电风扇降温。

（4）防湿防水 培养袋培养阶段，菌丝生长不需要外界供给水分。因此，要求培养室温度适中，室内空气相对湿度要控制在70%左右，如果空气过于干燥（空气相对湿度低于65%），则喷雾状水加湿调节；如果培养袋被水淋和场地积水潮湿，会引起杂菌滋生。

（5）遮蔽光线 发菌培养不需要光线，强光照射会使菌丝老化和生长速度变慢，降低产量。因此，培养室的门窗都应遮光，可用黑色布帘遮光，室内忌用照明灯，使菌丝生长处于完全黑暗的条件下培养。但要保持通风。

（6）翻堆检查 从发菌管理的第5天起，开始对栽培袋进行



翻堆检查。培养期间要翻堆 2～3 次，每隔 10 天左右翻堆 1 次。翻堆时要上下、里外相互对调，使菌丝均匀生长。翻堆时要轻取轻放，翻堆时认真检查污染情况，对被杂菌污染的栽培袋进行分类处理。

【注意】 发现有污染的，应采取破袋取料，拌以 3% 石灰溶液堆闷 1 夜，摊开晒干，重新配料，装袋灭菌再接种培养。一旦发现有红色链孢霉污染的，立即用塑料袋套住搬走，然后用火烧毁或深埋，以避免孢子传染。发现菌种不萌发、死菌的，应在无菌条件下重新接种培养。污染轻的也可放于低温处继续发菌，因为低温可以抑制杂菌生长。

在上述条件下培养，榆耳菌丝经 25～40 天就可长满栽培袋，进入生理成熟期，栽培袋呈白色。培养过程中要注意防虫、灭鼠，保持室内无杂菌、无害虫、无鼠害。

优质菌袋的表现特征是菌丝色泽洁白、生长健壮、无异味、无杂色。

菌丝满袋（瓶）后，取下发菌室的遮光帘，使菌袋（瓶）处于散射光照射下再培养 2～3 天，当培养料表面菌丝变浓、加厚、聚集，出现白色菌丝团时，转入出耳管理。

8. 出耳管理

榆耳的菌袋可在室（棚）内平放在床架上出耳，或横放垒成 1m 高的菌袋墙进行墙式出耳。两种出耳管理方法基本相同。榆耳发菌完成后不需要经过生理后熟期，当菌袋（瓶）内菌丝长满后，将菌袋移到出耳室（大棚）内的床架上，给予一定的光照刺激即可出耳。根据榆耳子实体生长发育不同阶段的生理要求，对各个发育阶段的管理应采取相应的不同管理措施。

（1）原基形成阶段管理 菌丝满袋要调节室温并给予光照刺激，诱导原基形成（彩图 10）。菌丝长满袋后的 1～2 天，应将室（棚）内温度调节到 17℃以上、19℃以下，并给予 15～200lx 的散射光照。光照不能过强，强烈的光照会抑制榆耳原基的形成。经 7～10 天，在培养基表面均会出现乳白色或粉红色、形状不规则的凸起物——

榆耳原基。

【注意】 原基出现后，不要急于开袋，只需将袋口松开，改善培养基透气性，使原基顺利长出。室温保持在15～20℃，并喷雾状水，使原基在高湿度的稳定小环境中自然生长膨大。原基所处小气候空气相对湿度要达到95%以上，不可低于90%。在原基分化和耳片形成时，昼夜温差为5～8℃的自然温差较为理想，白天温差靠通风调节即可，这个过程一般要经2天左右，随后进入耳片分化阶段管理。

（2）耳片分化阶段管理 松开袋口后，原基不断膨大，并逐渐向袋口及袋外生长，当原基充分膨大、高度达1～1.5cm、直径约3cm以后，表面凹凸不平日益明显，出现片状的雏形时，即表明原基已得到充分发育，将进入耳片分化期，也即展开片状菌盖阶段（彩图11）。

这期间的管理十分重要，此时要改善通气状况，室内必须保持空气新鲜，要定时打开门窗，给予通风换气，每天通风3次，每次30～60min，保持室内有散射光，去除或割掉袋口或瓶口封扎的塑料薄膜，将袋口完全敞开，使原基外露，并喷水保湿，使耳房（棚）内空气相对湿度保持在85%～95%。若湿度不够，可向空中或直接向原基表面喷水，让凹凸不平的原基充分吸收水分，原基充分吸水后才能很快分化展片。此时室（棚）内温度要降至14～16℃，温度切勿过高或过低。温度过低，耳片不易形成；温度过高，则原基会继续膨大，使培养基表面长满原基，不仅影响到耳片的分化形成，而且即使形成耳片，也会因为原基过多，使耳片生长过密拥挤，朵形较差，降低榆耳质量。空气相对湿度保持在90%以上，湿度不够时，可直接向原基喷水以补湿，但不宜多喷，以防袋（瓶）内积水。在温度14～16℃和空气相对湿度90%～95%的管理条件下，从原基分化开始到有多数明显可见的耳片，需2～3天。此过程中，原基不断膨大，连接成片呈脑状，并开始分化出片状菌盖，进入耳片生长期。





【注意】 耳片形成之前不要向原基上喷水，当耳片长至3cm以上时才可向耳片上喷水，并以耳片湿润、不收边为准。喷水后要及时通风，使原基表面水分晾干，以防原基腐烂，不可喷“关门水”。

（3）耳片生长阶段管理 原基分化后，在耳片生长阶段（彩图12），为加快耳片生长展开，应着重保持空气流通，加强温度、光照和水分管理，管理好坏直接关系到榆耳的产量和质量。刚展片时，温度保持在16～22℃；当耳片形成长到3cm大小时，温度最好控制在15～18℃，不宜高出18℃；当耳片超过3cm时，温度在14～20℃均可，但仍以控制在18℃左右最佳。

【提示】 由于榆耳片具胶质，耳片本身能直接从环境中吸收水分，因此在此阶段要十分重视水的作用，水分管理是榆耳高产优质的重要保证。成熟的榆耳片中约70%的水分是在耳片发育阶段由环境提供的，其中大部分水分由耳片直接吸收，少部分是由菌丝体吸收后运输到耳片中去的。所以空气相对湿度要保持在90%～95%，如果湿度不够，每天应向空间及地面喷雾状水5～6次，喷水以少量多次为宜，一直保持耳片的湿润，每次喷水后要去除瓶内或袋内多余的积水。若水分不足，则耳片质量差，产量也低。虽然榆耳是胶质菌，比其他食用菌更耐大水，但在大水后要及时通风，每天定时打开门窗换气，不可使耳片长期处于浸渍状态。当耳片长至4cm左右时，袋内或瓶内培养料出现收缩，料与袋间出现空隙现象，要适当控制用水量，并防止水灌入袋内。培养基与袋壁间在每次喷水后常有积水，应及时倾去袋中积水，以避免培养基出现厌氧发酵而导致菌丝体培养物变酸而影响生长，甚至死亡。在展片期间要保持有足够的较强散射光线，光照强度必须在500lx以上，以利于子实体生长，加深耳片的色泽（光线越强，色泽越深），提高产品的质量。

9. 采收

榆耳耳片生长比较慢，在适宜的环境条件下，从原基出现到榆

耳片发育成熟一般需 20～30 天，其中原基期所占时间为 7～10 天或更长。当耳片充分舒展变软，皱褶减少，肉质尚肥厚，颜色由粉红色或浅乳黄色变为锈褐色至浅咖啡色或浅红粉色，然后变绿色，内部组织似果冻一样且十分富有弹性，边缘卷曲，耳根收缩，并开始弹射白色孢子，菌盖边缘出现波状并变薄时，表明耳片已发育成熟，进入采收适期，要及时采收。

【提示】 成熟的榆耳如果不及时采收，易被杂菌感染腐烂、致使耳片自溶。采收前 1 天要停止喷水，采收时选择晴天，以便晒干。采收时用干净的锋利小刀沿耳根将耳片割下，留下耳根以利于再生，采大留小。

10. 再生耳管理

每潮榆耳采收结束后，清理料面，耳根不能喷水，应停水养菌 3 天左右，并将耳根的伤口暴露于空气中，待耳基稍见收边、创面不黏时，将袋口松扎养菌，可根据情况加盖塑料薄膜，直到创面再生一层白绒状的菌丝层，菌丝恢复生长后，才能根据情况补水或喷水。补水可用补水器进行，不能用浸水的方法对菌袋补水，也不可把水直接喷洒到耳根上。

补水后再继续进行上述出耳管理。一般在补水后的 4～7 天，第二潮榆耳即可从愈合后的老耳基上长出新的榆耳片。第二潮榆耳发育较快，从耳基表面愈合、组织化至耳片雏形的出现，至耳片发育成熟仅需 7～15 天。第二潮及以后各潮的榆耳都是在第一潮的耳基上形成的，一旦形成便是耳片。因此，第二潮以后的耳片采收方法是用手连耳基摘取而不是用刀割，以利于更新。然后再进行通风和喷水管理，还可采收 1～2 潮榆耳片。

榆耳袋栽一般可采收 3～4 潮，每潮产量构成的大致比例是：第一潮榆耳占总产量的 50% 左右，耳片最为肥大，质量最好，第二潮耳占 30% 左右，第三、第四潮耳占 20% 左右。人工栽培榆耳时，所产生的耳片大小一般宽 7～15cm，厚 1～1.5cm，每个重 30～200g。耳片的产量和质量因塑料袋规格等不同而异，15cm×26cm×0.05cm 的袋较 15cm×50cm×0.05cm 的现原基快，高产优质。袋栽可在室



内、大棚内放置栽培，也可在地面、床架分层放置栽培，以在大棚内利用床架分层放置栽培投入少、产出多、效益高。在条件适宜的环境中，袋栽的整个生产周期为 90～120 天。

五 榆耳干制

榆耳一般不适宜鲜食，因为有不少人在鲜食榆耳后，出现腹泻、皮肤起疙瘩等不良反应。但干制后的榆耳食用是安全的。

榆耳干制是把采摘下来的新鲜榆耳脱去水分，以使其不发生霉变，从而有利于储藏和运输。通常情况下，采收下来的新鲜榆耳应在半天以内即进行干制，以免发生变质。

干制前应把榆耳用清水洗干净或用小刀削去带泥部分，然后再进行干制。

榆耳的干制方法很多，可以晒干，或用烘干机烘干，也可用微波干燥、远红外线干燥等。

1. 晒干

在有阳光的晴天，将榆耳单摆于竹帘或竹筛上晒干（图 6-1）。晒干不需要耗费能源，但依赖于天气，没有保障，只适合于小规模栽培，较大规模的应置办烘干设备。



图 6-1　榆耳晒干

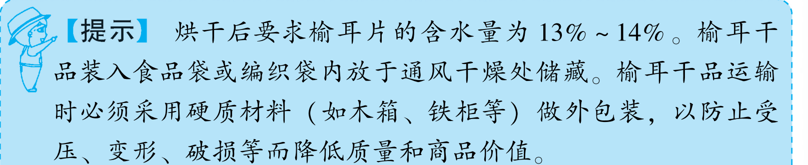
2. 烘干

烘干时先将鲜榆耳按大小分级后摊排在烘筛上，均匀排布，然

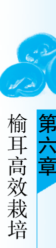
后逐筛放入筛架上，满架后，把门关闭。放入筛架时，一般较小和较干的耳片要排放于上层筛架上，较大和较湿的耳片应排放在下层筛架上，这样，上下可以同时烘干。

烘房起始温度掌握在40℃，起温过低，耳片细胞继续进行新陈代谢，会降低产品质量。一般晴天采收的鲜榆耳较干，起始温度应高一些，雨天采收的榆耳较湿，起始温度应低一些。以后每烘1h上升5℃，直至上升为60℃为止，然后直至烘干。为减少烘干时间，烘房装榆耳前可先预热到45℃左右，

烘干时，当烘房内空气相对湿度达到70%时，就要注意开始人工通风排湿，以排除榆耳片内蒸发出来的水汽。进风扇与排风扇的调节依榆耳片的湿度和烘房湿度而定。开启太大，会使烘干升温缓慢；开启太小，水蒸气难以排出。



【提示】 烘干后要求榆耳片的含水量为13%～14%。榆耳干品装入食品袋或编织袋内放于通风干燥处储藏。榆耳干品运输时必须采用硬质材料（如木箱、铁柜等）做外包装，以防止受压、变形、破损等而降低质量和商品价值。





第七章 金耳高效栽培

金耳（*Tremella aurantialba*）又名金木耳、黄金银耳、黄木耳、橙黄银耳、脑耳、胶耳等，为担子菌亚门、层菌纲、银耳目、银耳科、银耳属，是一种极为珍贵的食药兼用真菌，因其颜色金黄耀眼而得名。

金耳胶质细腻，滑润可口，色彩斑斓，具有色、香、甜、脆、嫩、鲜、滑等特点。营养极为丰富，含有人体必不可少的胶质物及氨基酸、纤维素、胡萝卜素、酸性异多糖、矿物质和多种维生素等成分，是滋补健身、延年益寿的珍品，也是高级宴会上的名贵佳肴，被海内外称为“中国最新发现最有价值的大补品”。据测定，金耳子实体含水分 15.33%、脂肪 1.7%~2.96%、蛋白质 7.04%~9.56%、总糖 14.38%、还原性糖 6.79%、纤维素 2.64%、碳水化合物 66.91%、灰分 3.44%~3.75%（包含磷、硫、锰、铁、镁、钙、钾、钠、锌、硒等微量元素）。金耳含有 17 种氨基酸，必需氨基酸占 3.15%~3.44%，占总氨基酸含量的 37.85%~39.42%。

金耳性温带寒、味甘，具有化痰止咳、定喘调气、平肝阳、理肺热等多种药理功能，可润肺、补血、消炎解毒、去瘀生新、补脑提神、扶正固本、强心健身，对防治高血压、冠心病、虚劳咳嗽、肺热胃炎、气血亏损、神经衰弱、失眠、五劳七伤、老年性慢性支气管炎、痰多哮喘、慢性肝炎、肝腹水、贫血、妇女白带过多等症均有明显疗效。金耳还含有相当丰富的酸性异多糖等抗衰老、抗炎症、抗放射及抗癌物质，可治疗心、脑血管病，抑制癌细胞生长，

是心脏病、肝炎及肿瘤病人的食疗佳品。由于金耳富含胶质和氨基酸，常食金耳还可以嫩肤美容，保持青春健美，利用金耳制成的药品已有“金耳琼浆”“金耳蜂王浆口服液”“金耳冲剂”“金耳胶囊”“金耳多功能药丸”等问世。

野生金耳分布较广，在我国云南、广西、四川、西藏、湖北、江西、福建、吉林、山西等地均有分布，但主要产区在云南的金沙江和澜沧江河谷地区的丽江、中甸、维西、德钦、永胜等县，因为野生金耳数量极少，营养和药用价值均高，被誉为“稀世珍物”。金耳由于稀少，售价昂贵，国内收购价为150元/kg，最高达250元/kg，具有广阔的开发前景。

第一节　生物学特征

一　形态特征

1. 菌丝体

金耳菌种的菌丝实际上由两种菌丝组成，是由担孢子或酵母状分生孢子萌发而来，细而长（直径1.3～2.1μm，长3～5mm），透明无色，平伏于培养基表面，少有气生菌丝，菌丝移植后，又易变成酵母状分生孢子。无菌条件下，金耳菌丝可以生于金耳子实体表面。当和粗毛韧革菌生长在一块时，可以长成短而密的气生菌丝，白色或浅黄色，料面上的组织块可变成胶质的、脑状的金耳原基。粗毛韧革菌丝初期疏松、棉毛状，白色，很快转成黄色或橙黄色，最后成厚毡状，有芳香味或无味，有锁状联合，很容易产生盘状或贝壳状或不规则的子实体。金耳菌丝和耳友菌有明显的专一性，不能随意组合。

2. 子实体

子实体初生时为瘤状，后呈半球形至不定型块状或呈脑状回纹半裂或不规则地皱缩成肠状（彩图13）。单生或3～4朵丛生，基部缩窄与基质相连。高10～17cm，宽8～11cm。鲜时柔软有弹性，外被胶质光滑，金黄色至橙黄色，内部肉质，黄白色或白色，基部色泽渐深呈褐黄色，干后收缩变坚硬近角质，浸水后复原成韧胶质。菌肉层的菌丝粗2～



2.5μm，有锁状联合。担子大小为（16～32）μm×（10～20）μm，圆形或卵圆形，具有四室。上担子长125μm，基部宽3～5μm，近透明；下担子宽约10μm。担孢子从孢子产生，圆形、椭圆形，大小为（3～5）μm×（2～3）μm。分生孢子梗呈瓶状，具有簇生的芽殖分生孢子。分生孢子圆形或椭圆形，大小为（3～5）μm×（2～3）μm，孢子印为浅黄色。

二 生态习性

金耳是一种腐生菌，它依靠菌丝体从基质中吸取养料生长发育。在自然界中生长的金耳，多见于针阔混交林中，主要生长在壳斗科植物的朽木上，其着生树种多为黄毛青冈，青冈、多穗石栎、高山栲、板栗、麻栎、柞栎等（彩图14）。在海拔2000～2500m、郁闭度0.4～0.5、林内具有一定的散射光、小气候温度18～25℃、相对湿度70%～80%的环境条件下，金耳生长的较多，而且品质好。郁闭度小于0.2，或大于0.8，林地裸露或过密，小气候过于干燥或阴湿，金耳的产量和质量比较低。在地域方面，向阳的西南、东南和南坡较北坡的金耳产量高、品质佳。金耳的出耳期在每年的7～11月，盛产期在8～9月，具有喜光、好气、耐干旱、抗寒冷等特点，是一种抗逆性较强的腐生真菌。

【提示】 野生条件下，在生长金耳的朽木上，常有粗毛韧革菌、细绒韧革菌、扁韧革菌等生长在一起。这些革菌的菌丝可以长到金耳子实体内，对金耳子实体进行组织分离，获得的菌丝既有金耳菌丝又有革菌菌丝。段木栽培，在金耳生长的同时也有部分革菌生长，所以革菌是金耳的一种伴生菌。

三 生长发育条件

1. 营养条件

金耳的生长也和其他菌类一样，必须要有碳源、氮源和无机盐及维生素作为营养。

（1）碳源 金耳菌丝只能分解小分子物质，如葡萄糖、蔗糖、麦芽糖、乳糖等，对大分子物质，如纤维素、木质素、可溶性淀粉

等则无法分解，必须靠粗毛韧革菌等伴生菌从腐木中分解吸取碳源供给金耳菌丝利用。因此，人工栽培时，必须在培养料中加适量蔗糖，以利于金耳从接种后就能及时吸收到营养物质，从而正常生长发育。

（2）氮源 金耳一般只能吸收有机状态的氮源，氮的吸收量比碳要少得多，人工栽培时要有适当的碳氮比，氮源过高会使金耳菌丝营养生长过旺，影响子实体生长。

（3）无机盐、维生素 如磷酸二氢钾、磷酸氢二钾、硫酸镁、硫酸钙及维生素 B_1 等。

【提示】 人工栽培时，除用段木作基质外，也可用杂木屑、棉籽壳等作为主料，添加适量的麸皮、米糠、蔗糖、石膏粉、碳酸钙、硫酸镁、磷酸氢二钾、维生素 B_1 等即可满足金耳对营养的需求。

2. 环境条件

（1）温度 金耳为中温偏低型菌类，对温度的适应范围较广。菌丝在 2～32℃范围内均可生长发育，以 23～28℃较为适宜，以 25℃为最适温度。低于 8℃或高于 35℃，菌丝生长受阻，40℃菌丝死亡。子实体在 5～30℃都能生长，以 18～25℃最为适宜，高于 32℃时停止生长。一定温差对子实体的发育有刺激作用，20～23℃对子实体的形成有利，23～25℃可使子实体迅速长大。

（2）水分 菌丝发育阶段，培养料含水量段木不能低于 60%，袋料含水量以 60%～68% 为宜。含水量过低，菌丝生长稀疏，菌丝成熟后不易分化原基，即使分化也不易长大；含水量过高，超过 85%，会造成通气不良，菌丝生长受阻、生长缓慢或不“吃料”。子实体形成期，需要足够的水分，空气相对湿度以 85%～90% 为宜。低于 80%，子实体形成缓慢。低于 70% 时则子实体生长停止并萎缩。

（3）空气 金耳属好气性真菌。在所有生长过程中需要不断吸收氧气。在缺氧条件下，菌丝生长缓慢，菌苔生长致密。在袋料栽培中，氧气不仅是生命活动所必需的，而且对金耳子实体的色素合



成及原基分化也有很大影响。充足的氧气，是子实体正常开瓣和转色的必要条件。因此，从金耳制种到子实体形成，对氧的需求量都较大。如果缺氧加上高温高湿，会给病菌繁殖创造条件，并引起子实体溃烂。所以，在整个生产过程中，对栽培室均应经常进行通风换气。只有这样才能使金耳子实体生长迅速，朵大、色鲜，提高商品价值。

（4）光照 菌丝在黑暗条件下和有光环境下均能正常生长。原基分化和子实体形成需要 80～100lx 的散射光，光线对子实体形成、生长和色泽均有很大影响。但强光和直射光会杀死菌丝体及孢子。因此，人工栽培时，既要让金耳接受充足的光照，促使子实体发育和转色，又不能让阳光直射耳木和栽培袋。

【提示】 室外栽培要搭遮阴棚，并让棚内有一定光照；室内栽培要开窗通风，使室内能透光明亮，光照强度达 200～1200lx，让子实体能良好生长、色泽正常。

（5）酸碱度 金耳喜中性偏酸性环境。pH 过高或过低，对菌丝生长均不利。培养基质最适 pH 为 5～6.5。

第二节 金耳高效栽培技术要点

一 菌种制作

1. 金耳菌种的特性

金耳是银耳的近缘种，都有特定的伴生菌，只有在伴生菌存在的条件下，才能正常生长发育并完成生活史。但是金耳菌种获得的方法不同于银耳，只有采用组织分离法，才能简便地获得适用于生产的有效菌种。采用孢子弹性分离法只能获得纯粹的金耳菌丝，采用耳木分离法在绝大多数情况下获得的都是粗毛韧革菌丝，不能单独使用，只有将金耳菌丝与其混合，才能得到较理想的生产用种，但在大多数情况下并不理想，故不适于一般生产者采用。而采用组织分离法得到的菌种，金耳菌丝和粗毛韧革菌丝均来源于同一组织块，两者自然搭配合理，并具有很强的亲和性。在这种搭配合理的

菌种中，细长型的金耳菌丝占绝对优势，粗壮型粗毛韧革菌丝居于劣势，此类菌种才具有较理想的结耳能力。

2. 培养特征

（1）金耳菌丝的培养 金耳菌丝由金耳担孢子或酵母状分生孢子萌发而来，酵母状分生孢子菌落初期为乳白色，后变为浅褐色，在外观上很难和银耳的酵母状分生孢子菌落相区别，较干燥，很少流动，平贴在培养基表面。酵母状分生孢子萌发时，菌落周围常出现皱纹。在木屑培养基上，当温湿度适宜时，黏稠状的分生孢子菌落，能发芽形成洁白、细弱的金耳菌丝。菌丝细而短，长度很少超过5mm，透明无色，平伏于培养基表面，极少有竖立的气生菌丝。此种菌丝移植后，极易变成酵母状分生孢子。当金耳菌丝与韧革菌的菌丝生长在一起时，可形成短而密的气生菌丝，白色或浅黄色。金耳菌丝在琼脂斜面培养基上生长缓慢，仅限于接种块很小的局部范围内，用于接种原种时，必须用白色和浅黄色菌丝团接种才能成功。有效菌种能在固体培养基的表面形成胶质的脑状金耳原基。

（2）韧革菌丝的培养 韧革菌丝在生长初期，菌丝疏松，呈棉毛状，白色，很快转变成黄色或橙黄色，后期或经多次移植而色素变浅，味芳香或无味。随培养时间延长，呈厚毡状，革质具有韧性，能分泌金黄色液体。故菌龄较长的母种，很难切割。菌丝有锁状联合，在固体培养基上，很容易产生浅盘状、贝壳状或不规则形的小子实体，边缘有粗短的毡毛。

3. 菌种分离与培养

（1）培养基菌种分离和母种培养 均可采用以下几种培养基。

1）PDA 培养基。

2）PDA + 蛋白胨培养基。在 PDA 组分中另加蛋白胨 3 ~5g。

3）PDA + 麦芽煎汁培养基。在 PDA 组分中另加麦芽 30g，取煎汁用。

4）玉米粉蛋白胨培养基。玉米粉 100g，蛋白胨 1g，琼脂 20g，水 1000mL。

5）木屑煎汁培养基。麻栎木屑 500g，蛋白胨 2g，蔗糖 20g，维生素 B_1 0.5g，琼脂 20g，水 1000mL。




【提示】 以上培养基中氮素不能加得过多，否则粗毛韧革菌丝生长旺盛，形成无效菌种。培养基 pH 均为 5.5～6.5，配好后分装于试管或锥形烧瓶内，按常规进行高压灭菌和摆成斜面备用。

（2）分离方法

1）孢子分离法。选野生或段木栽培的新鲜成熟金耳子实体，经自然风干备用。分离前，用无菌水冲洗子实体，置无菌室自然风干，用手术刀将种耳切成 2.5～3cm 的小块，穿挂在无菌金属钩上，使耳瓣表面向下，悬挂在盛有培养基的锥形烧瓶中，塞好棉塞，于 17～22℃室内培养。待耳块表面出现霜状物，培养基表面能看到薄层孢子印时，在无菌条件下，取出金属钩及种耳，塞好棉塞，移到 25℃恒温箱中继续培养。经 24h 后培养基表面形成乳白色黏稠状的酵母状分生孢子菌落（俗称芽孢菌落）。继续培养 48h，菌落增大，相互连接成不规则的芽孢菌落，颜色变为污白色。在芽孢菌落形成时，要尽快用接种环挑取少许芽孢，在斜面进行画线接种，进行纯化培养，可得金耳酵母状分生孢子菌种（芽孢菌种）。将芽孢菌种与具亲和性的粗毛韧革菌丝混合培养，在形成子实体原基后作为原种使用。

2）耳木分离法。截取一小段生长金耳的段木，切去子实体，用 0.1% 升汞溶液对段木进行表面消毒。然后用无菌操作法挑取耳基附近 0.2～0.5cm 的耳木组织，接种在斜面培养基上，在 25℃左右培养。采用这种分离方法，通常只能得到革菌菌丝，难以分离到金耳菌丝。将其接种到木屑培养基上，经过培养，瓶内长满浓密的革菌菌丝，常分泌黄色的液体，然后在基质表面和瓶壁上形成边缘反卷，呈厚毡状、贝壳状、浅盘状或近似覆瓦状的棕红色革菌子实体。

革菌也可从菌种瓶的基质中进行分离。在原种瓶的中心部位，挑取豆粒大白色菌丝块，接种到斜面上，用切割菌丝前端的方法，经 2～4 次纯化培养，可得到革菌的纯菌种。接种到木屑培养基上，在 25℃下培养 20 天可满瓶，一个月后可在瓶内形成子实体。

3）组织分离法。野生或人工栽培的金耳子实体都可以作为分离材料，所选种耳要求大小适当，色泽正常，无病虫害，尤以幼耳为

佳。金耳子实体未开瓣成团状的幼耳内部组织充实，且生活力旺盛。种耳用鲜耳或干耳均可，若用干耳分离，应放在水中浸透，取出晾干表面水分，再用75%酒精或0.1%升汞溶液进行表面灭菌，用手剥开或切开后，挖取金耳组织块进行分离。金耳子实体的外层黄色部分为金耳菌丝，内层浅黄色部分为粗毛韧革菌菌丝，其交接处往往两种菌丝相互穿插共生，分离时，应从内外层交接处挖取黄豆大小一块组织，接种到斜面培养基的中央。然后将试管置于18～25℃下培养，24h后，种块上菌丝萌发，2天后菌丝开始在斜面上生长。菌丝初期为白色，渐变为浅黄色或黄棕色，多数菌丝可凭肉眼辨认到粗细长短不同的形态。4～5天后有色素分泌，7～10天菌丝在斜面长满，交织成韧性的毡状层，周围有黄白棕菌斑，即簇生的芽孢子堆。菌丝长到一定阶段，可在其表面或试管边缘形成豆粒大的黄白色、橙黄色或橙色的胶质小子实体。通常培养7～10天，当菌丝在斜面长满后，即可作为母种使用。用组织分离法培养的母种含有两种菌丝，不需要再进行混合培养。

【提示】 以上三种分离方法，最简便有效的是组织分离法，它是目前金耳菌种分离的常用方法。

4. 原种、栽培种制作

原种、栽培种制作同常规菌种的制作。

二 培养料配制

1. 参考配方

金耳适用阔叶树木屑、棉籽壳、玉米芯等多种原料栽培，可选用以下几种配方。

1）棉籽壳78%，麦麸15%，玉米粉7%。

2）棉籽壳72%，玉米芯20%，麦麸7%，石膏粉1%。

3）木屑48%，棉壳30%，麦麸10%，米糠10%，糖1%，石膏粉1%。

4）玉米芯68%，米糠30%，石膏粉2%。

5）阔叶树杂木屑78%，米糠或麸皮20%，白糖1%，石膏粉1%。





6）杂木屑70%，麸皮20%，玉米粉6%，豆秆粉2%，蔗糖1%，石膏粉1%。

2. 原料处理

将玉米芯粉碎成花生粒大小，以上配方中，棉籽壳、玉米芯在加入配料前应进行预湿，最后调含水量为60%，pH自然。

三 装瓶（袋）、灭菌

1. 装瓶

用500mL广口瓶装料，装料深度在压实后至瓶肩处，整平料面，用锥形木棒在培养料中间打一接种孔，孔径1.2cm，深1.5cm，用一层12cm×12cm的薄膜封口，薄膜中央事先开直径2cm的孔，与培养料接种穴对准，其上面用同样大小的牛皮纸封盖并扎紧。

2. 装袋

选用17cm×50cm的聚丙烯或聚乙烯塑料袋装料。按常规用高压或常压灭菌，冷却至30℃以下接种。

四 接种

1. 瓶栽

按常规无菌操作，用镊子夹取栽培种瓶内一小块金耳子实体和一小块下方的菌丝块，从塑料膜孔中投入培养料的接种穴内即可。如果不投入到接种穴内，则接种成功率大为降低。

2. 袋栽

当袋料冷却至28℃左右时打孔接种。每个料袋打孔7～9个，孔的直径为1.5～2cm，深度约6.5cm，接种时孔穴底部先接入一块粗毛韧革菌丝的混合木屑菌块，然后在离穴口1.5～2cm深处再接入一块金耳菌丝与木屑菌种块，最后在其上投放金耳耳块，耳块大小约1cm^2，金耳子实体碎屑也应接入。接好种后，贴上专用封口塑料薄膜（具有一定的透气性），将接种完毕的菌棒搬入培养室（房）培养。

五 发菌管理

1. 瓶栽

接种后置于22～25℃培养室的地面或上架培养，保持室内空气

流通，经20～25天，菌丝在瓶内长满。在菌丝满瓶后10天左右，料面产生白色间杂橙黄色菌膜，并有黄色分泌物，在接种块上很快形成脑状子实体原基。此时，为促进子实体继续分化，应将瓶口覆盖物升高2cm左右，以增加氧气供应。随着原基进一步增大，应揭去瓶口覆盖物，换上用报纸做的套筒（或用塑料袋），高约5cm，筒壁上可适当留几个通气孔，然后向纸套筒喷水保持湿润，此时室温应维持在18～24℃，温度不宜超过28℃。

2. 袋栽

金耳属于喜中温偏低温型菌类，菌丝生长速度快，呼吸作用比较强，所以在栽培管理中应密切注意温度变化和培养室的通风换气。本阶段的管理主要采取以下几项措施。

（1）温度调节 金耳菌丝生长的最适温度为16～20℃，温度略低于最适温度有利于金耳菌丝生长，并可适当控制粗毛韧革菌丝生长，从而可以促进金耳子实体的形成。子实体形成后，在温度18～24℃时生长最好，温度过低时生长缓慢。当室温为10～15℃时，要做好保温工作；低于10℃，即需要加强保温或升温；高于25℃，需采取降温措施。

（2）通风换气 培养室的通风换气十分必要，一方面可以促进菌丝生长；另一方面可以有效地抑制杂菌滋生。气温较高时，要在早晚通风；气温较低时，可以在中午时通风。每天通风2次，每次约30min。

（3）湿度调节 袋内封闭培养菌丝阶段，由于封口薄膜具有既能适量透气，又能保持水分的作用，一般情况下不存在培养室湿度调节问题。为了防止杂菌生长并使培养室干净，相对湿度宜控制在80%以上。

（4）光照控制 在金耳的人工栽培中常接种耳块作为菌种，不存在利用弱光照射诱导子实体原基发生的问题。在黑暗条件下不仅有利于菌丝生长，而且耳块也能愈合，并能正常生长发育，故需遮光培养，忌强光直射。

（5）病虫害防治 发生病虫害时，按常规方法对症下药加以处理。为保持培养室空气清洁、有效地控制杂菌滋生，培养室要进行





定期消毒。

六 出耳管理

1. 瓶栽

当瓶内子实体长到4～5cm大小时，不要急于去掉纸套，可将纸套再次升高，使幼耳在静风、多氧、适湿（80%～85%）、适温（18～24℃）的稳定环境下分化长大。子实体已长到瓶口大小时，去掉纸套，在地面、空中每天喷水2～3次，使相对湿度达90%，并开大门窗，加强通风量和光照强度，在散射光作用下加速转色。

2. 袋栽

当金耳子实体原基发育长大到一定程度时，就要掀膜、割袋、保湿，其具体措施如下。

（1）掀膜、割袋 菌种耳块定植后，随菌丝的生长，耳块表面的损伤也逐渐愈合、长大。当金耳子实体伸出孔穴时，就要掀起封口薄膜。覆盖一层干净或灭过菌的报纸来保湿遮光。金耳子实体在孔内继续生长受阻时，就要进行割袋处理，方法是在接种孔口的周围，用利刀（手术刀）割去一圈塑料袋的薄膜，割圈直径4～5cm。

（2）温度调节 保持室温20～25℃。超过30℃子实体停止发育，而且还易发生烂耳；温度过低，子实体发育迟缓，幼耳萎缩，生长不良。

（3）湿度控制 出耳的管理，最关键就是湿度的调节。湿度高，易长杂菌，引起感染性烂耳；湿度过低，不利于子实体生长，并可引起子实体表面脱水，难以转色。出耳期，要求空气相对湿度为80%～90%，可以在报纸上再盖地膜，也可以向报纸轻喷细水。晴天多喷，阴雨天少喷甚至停喷，喷水要呈细雾状，忌喷重水，也不能向子实体直接喷水，水要干净，最好用凉开水。

（4）通风换气 随着子实体不断长大，要逐渐增加通风量，延长换气时间。起初每天通风换气2次，每次约40min；以后每天2～3次，每次1h以上。通风换气一方面可促进金耳子实体迅速生长，另一方面能更有效地抑制杂菌生长。

（5）黄水处理 人工栽培金耳，经常出现水珠状黄豆粒大小的黄水，不易蒸发干燥，如果不及时处理，可能引起烂耳。此时用脱

脂药棉或吸管吸干即可。

（6）病虫害防治 开放出耳，金耳子实体暴露于空气中。与外界环境长时间直接接触，而金耳菌丝抵抗力较差，容易发生病虫害与杂菌污染。故培养室要定期喷洒一定浓度的来苏儿、新洁尔灭等，或用甲醛熏蒸，都能有效地控制杂菌污染，同时要慎防鼠害。

【提示】 出耳阶段管理要求达到：金耳子实体逐渐长大，色鲜白色，呈脑状，并有少量黄水。

七 转色管理

从接种到转色约需 50 天，金耳子实体基本达到生理成熟，就可以进行转色，转色应选晴天进行。方法是：揭去覆盖物，打开培养室门窗，加大通风量并给予适当光照，此时可以直接向子实体喷细雾状水以保持湿度。这样 3～5 天就能转为鲜橙黄色的金耳（彩图 15）。

八 采收与加工

1. 瓶栽

当子实体充分展开成脑状、色泽为橙黄或橙红色、触时颇富弹性时，可用小刀伸入瓶内沿耳基割下，并应注意在料面保留部分耳基，在采割后重新罩上纸套，按前述方法管理，15 天后可收一潮再生耳。

2. 袋栽

正常转色的金耳，色泽鲜艳，开瓣适中，菌体肥大，内部充实饱满，应及时采收。采收时，用利刀从基部切下（留下耳脚，以利于再生），刮净金耳基部木屑，然后烘干、晒干或风干均可，装入塑料袋密闭保藏或外销。

九 金耳烂耳原因及防治

袋（瓶）栽培金耳生产中，遇到高温高湿的环境特别是在梅雨季节，烂耳过多，一般可使产量减少 20%～30%，严重时会使整潮耳完全绝收。耳穴腐烂后，即不再出耳，对生产危害极大。烂耳有多种原因，现将主要原因及防治方法介绍如下。

1. 场地不适宜

耳场低洼，排水不良，菇房内外环境不卫生，均能导致烂耳的



发生。所以应选择通风向阳、排水良好的地方作为耳场。保持培养室及周围环境清洁。否则，容易招致病菌及螨类为害引起烂耳。

2. 分泌物积累过多

金耳进入分化阶段后，原基上会分泌大量黄褐色或红褐色水珠，这是正常现象。应注意向地面喷水，保持空气相对湿度在85%～90%，加强通风，进一步促进分化，并及时把分泌物倒干，或用焙干的石膏粉吸干。如果让分泌物长期沉积在袋（瓶）内，会引起原基的腐烂。

3. 管理方法不当

在子实体长到6～8cm时，要提高室内空气相对湿度，向空间地面喷水，但不可将水直接喷到袋内耳基上，否则易造成烂耳。



【注意】 采收后立即喷水也会引起烂耳。

4. 光照不足

出耳时光照不足会引起耳基发育慢，不易开展，时间过长，容易烂掉。所以开袋后的菌袋要尽量有阳光照射，光线照射不到的菌袋，要经常更换位置或移至露地大棚内排放管理。

5. 二氧化碳中毒

金耳是好气性的真菌，若在室内用炭火升温，忽视通风，很容易造成二氧化碳中毒，降低金耳生活力，从而导致病菌侵染而烂耳。同时通风不良，容易积聚黄水，耳基无法分化发育，也会导致腐烂。

6. 采收不及时

金耳发育成熟后，不断产生孢子，消耗子实体内的营养物质，使子实体逐渐衰老，如果湿度过大，细胞因充水而破裂，造成生理障碍，也能引起烂耳。

7. 害虫的危害

危害金耳的害虫主要有菌蚊、菇蝇、线虫、螨、瘿蚊等。害虫侵入耳基或培养基内，取食菌丝体，会阻碍金耳正常的生长发育，直接破坏养分输送功能，并传播病害，造成烂耳。因此，在培养期间，要保持环境清洁，栽培室附近不可堆积废料，每隔1周用0.5%乐果药液进行一次防治。栽培期间，每隔4～5天用敌敌畏、敌百虫在室内墙

面、地面四周喷洒，杜绝病源和虫源，可防治病虫害导致烂耳。

十 干制、分级

1. 金耳的干制

干制方法可分为晒干和烘干两种。

（1）晒干 这是最经济的一种干制方法，可节省能源，减少开支，提高经济效益。晒干，就是将采收后的金耳，除去表面杂质后，摊放于竹筛或其他透气性好的容器上，置太阳下晒干，尽量保持耳形完整，使之均匀干燥（彩图16）。晒干加工最好选在晴天采收，以保证干制质量。

（2）烘干 采收后如果遇阴雨天，应及时进行烘干干制。烘干时，注意不要在有烟的明火上烘烤，以免使金黄色的金耳被熏成褐黄色乃至黑色，严重影响金耳的质量，降低甚至失去商品价值。有条件的要用烘房和烘烤机进行干制。

2. 金耳的分级

金耳的分级标准目前没有统一的规定，一般以客商的要求来制定。

（1）特级 颜色金黄、有光泽、干爽硕实、无杂质、无烂耳，直径在6cm以上。

（2）一级 足干、耳瓣金黄色、有光泽、朵型较大、硕实、无杂质、无烂耳、无白色原基掺杂，直径在4cm以上。

（3）二级 足干、耳片金黄、有光泽、无杂质、无烂耳、无白色原基掺杂，直径为3～4cm。

（4）三级 足干、耳片稍薄、黄色、无烂耳、无黑耳、朵型稍小，直径2～3cm，成形。直径较大、颜色稍差的耳也列为三级。

（5）等外级 足干，耳片较小、较碎，形态不整，颜色较差，但无杂质、无烂耳，可有部分原基，但有食用价值。



第八章 血耳高效栽培

血耳（*Tremella sanguinea* Y. B. Peng）又名血红银耳、血耳、红耳、血花耳、药耳，是担子菌亚门、层菌纲、银耳目、银耳科、银耳属真菌。血耳是湖北西北部山区具有较长历史的大型经济真菌，具有重要的食疗和药用价值。

血耳的人工栽培记载最早见于《湖北房县志》（1866 年），在《湖北南漳县志》（1922 年）中也有“赤者（即血耳）为世所珍，而产不多”的记述。目前，血耳的主要产地在湖北保康、房县等地，对治疗妇女白带过多、血崩、闭经和产后恶露不止及小便尿血，急性肝炎、痢疾等有良好疗效。血耳有较高的经济价值，其商品价是银耳的 3 ~ 4 倍，极具开发前景。

第一节　生物学特征

一　形态特征

子实体单生或群生，中等大小。鲜时暗赤褐色，硬胶质，叶状瓣片，薄，边缘全缘，下部连合，上部分裂成瓣状，皱卷，波曲，常丛集成团呈菊花状，半球形（彩图 17），长 5cm ×（20 ~ 24）cm，宽 5 ~ 20cm，高 5 ~ 8cm。瓣片厚 250 ~ 560μm。表面有微皱，有赤褐色素薄层，浸水后有血红色素渗出（彩图 18），这是血耳的重要标志，故其淋雨后褪色呈茶褐色，干后为黑色，菌丝粗细差异大，粗菌丝 3 ~ 5μm，深褐色，无锁状联合；细菌丝 1 ~ 3μm，浅褐色至近

无色，有锁状联合。子实层表面层原担子呈棒状至长卵形；成熟时担子为卵形、近球形或椭圆形，呈“十”字形纵分隔。

二 生态习性

血耳在我国湖北、湖南、广西、四川、云南等地有分布，其他国家未见报道。

野生血耳一般在夏季至秋季单生或者群生于栓皮栎、麻栎、枫香等壳斗林木的老干或枯枝上，多生长于海拔700～1000m的枯立木或倒木上。人工栽培时，在夏季雨水适中的年份，空气相对湿度为80%～90%、气温15～25℃的生长环境，血耳生长情况良好，段木栽培的产量较为稳定。血耳是一种性喜温暖湿润的大型真菌，过于干燥和高温的生态环境条件，对血耳的生长极为不利。

三 生长发育条件

1. 营养条件

血耳对碳源无特殊要求，在麦芽糖、蔗糖、葡萄糖、甘油等碳源上均能良好生长。对氮源的利用有一定选择性，以蛋白胨、牛肉膏为最佳，酵母膏、麦麸提取物等次之；在利用有机原料进行栽培时，以棉籽壳、阔叶树木屑为最好，甘蔗渣、稻草次之。

2. 环境条件

（1）温度 血耳是喜中温偏低温型菌类，担孢子在15～28℃均可萌发。菌丝在5～33℃范围均可生长，以25℃左右最为适宜。20℃以下菌丝生长渐慢，但健壮浓密；30℃以上菌丝生长快，但较稀疏。菌丝能耐短期高温，36℃培养10天不死亡，当温度降至25℃左右，仍能恢复生长。子实体原基分化温度为10～25℃；子实体生长最适温度为15～20℃。

（2）湿度 培养基含水量在55%～75%的范围内菌丝均能生长，以65%～70%生长良好，75%以上菌丝只能在培养基表面生长，低于55%菌丝生长不良。空气相对湿度低于70%时，子实体萎缩，停止生长；高于85%时子实体发育正常。

（3）空气 菌丝体生长需要一定通风条件，密闭太严，菌丝生长缓慢。子实体发育需保持空气流通。



（4）光照 菌丝生长对光照要求不严，在黑暗条件下，菌丝生长更粗壮。子实体分化需要散射光刺激，光照不足时影响子实体色泽。

（5）酸碱度 菌丝在 pH 为 3～8 的范围内均能生长，但以 pH 6～7 时最为适宜，pH 在 3 以下或 9 以上菌丝不萌发。

（6）生物因子 血耳如同银耳属的其他种类一样，也有自己的伴生菌。在特定培养基上血耳纯菌丝可形成胶质状颗粒（子实体原基），但不能形成子实体，只有在伴生菌存在的条件下，才能正常结耳。基于这一原因，在生产实践上，采用基质分离法获得菌种较为可靠。

第二节 血耳高效栽培技术要点

一 血耳菌种制作

1. 血耳菌种的特性

（1）血耳菌丝 由担孢子和酵母状分生孢子萌发而来，极短，稀疏，透明，白色，气生菌丝不发达，平贴于培养基的表面。在培养过程中，当条件不利时，菌丝可断裂成酵母状分生孢子。酵母状分生孢子的菌落为乳白色，老时变为浅褐色，边缘稍有皱褶。

（2）伴生菌菌丝 白色棉絮状，老时变为棕色，常分泌红褐色液体。将血耳菌丝或酵母状分生孢子与血耳伴生菌的菌丝混合接种在木屑、棉籽壳培养基上，当菌丝满瓶后，在瓶内上方或瓶壁会形成红褐色或浅红色的血耳子实体原基。

2. 菌种制作

（1）母种分离 通常用耳木分离法分离，即在出耳季节，选取生长血耳的耳木（野生或人工栽培的均可）锯成 1cm 的薄片，劈成 0.25～1cm^2的小块，用 0.1% 升汞水浸泡消毒 30～60s，取出后用无菌水冲洗，然后在无菌条件下接于黄豆饼粉浸汁琼脂培养基上（黄豆粉 100g，蔗糖 20g，磷酸二氢钾 1g，硫酸镁 0.5g，琼脂 20g，水 1000mL，pH 自然）。接种后，在 26～28℃下培养，经 2～3 天后菌丝萌发；4～5 天接入培养基内，向四周蔓延，气生菌丝呈白绒毛状。

血耳菌丝比伴生菌生长慢，8～10天后才出现浅红褐色菌丝，即为分离成功。也可用孢子弹射分离法获得酵母状分生孢子菌种，然后与经过纯化培养的血耳伴生菌进行混合培养，即得供生产用的母种。常规的母种扩大培养法不适用于血耳母种培养，在移植时不加入血耳菌丝或酵母状分生孢子，就难以形成子实体。

（2）原种培养 原种生产采用木屑培养基，用混合培养的母种接种，也可在接种母种的同时或在菌丝满瓶后，再用稀释法接种酵母状分生孢子菌种，进行混合培养。在28℃下，经30～35天满瓶。当菌丝长到1/2瓶时，上层菌丝萎缩，呈灰色，具有深色斑纹时即为培养好的菌种。培养好的原种应在搅拌后使用。

（3）栽培种制作 可采用木屑、棉籽壳做培养基，按原种制备方法进行生产。

二 段木栽培法

1. 耳场选择

血耳适宜在海拔900～1300m的高山地带林区进行段木栽培（彩图19）。选择荫蔽较大、潮湿、排水方便的缓坡地作为栽培场。

2. 耳木选择

血耳对生产树种的适应性较广，一般阔叶树均可用来栽培，但以壳斗科的树木为好，如麻栎、栓皮栎、槲栎、青刚栎、白栎、栗树、高山栎及米槠等。耳树的砍伐期以砍清明前后的发浆树最为适宜，砍倒后就地晾晒15天左右，待其收浆后再剃枝截段。然后将段木架晒一个月，排除多余水分，并促使原生质死亡。接种时树木不能干透，含水量以45%为宜，以利于菌丝恢复生长。失水过多的段木，要在浸水后再接种。



3. 打孔接种

接种时用皮带打孔冲子打孔，株行距10cm×7cm，孔深1.5～2cm。接种后，即在林内上堆，以山茅草或树枝叶覆盖，下雨时要加盖薄膜。上堆期每隔7～10天翻堆一次，结合洒水。20天后，改成“井”字形堆架，以利于通风，上盖树枝叶遮阴保湿发菌。

4. 散堆排场

于8月初选避风向阳、既可保湿、又能通风、上有树林遮阴

(三阳七阴)、下有浅草或青苔的环境排场。切勿在裸露山坡、有强烈直射阳光或环境过于阴湿的地方排场。排架的方法，接种当年以“鱼鳞”式为宜，段木一头着地，有利于接地气，便于保湿；第二年春天，雨水多，耳木吸水力增强，可改为“人”字形或“一”字形上架。

5. 出耳管理

出耳期注意喷水保湿，水分管理要干湿交替。晴天或较干燥的耳场，每天早晨和黄昏应各喷水 1 次。喷水水源要清洁，不要用水直接冲子实体，以防烂耳；同时要注意病虫害防治。

6. 采收

段木栽培血耳，一般在当年可大量采收，第二年仍有收获。通常每 100kg 段木可产干耳 1kg。

曾经有人试验，在银耳段木上同时接种血耳菌种，没有发现明显的拮抗现象。在银耳采收完毕后，才开始出现血耳。这一现象说明，血耳对木材纤维的分解能力比银耳更弱。因此可利用栽培银耳等木腐菌类生长后的废段木进行血耳生产，以利于提高综合效益。

三 塑料袋栽培法

1. 栽培季节

在我国血耳袋栽可安排在春、秋两季生产，春栽在 2 ~ 3 月接种，秋栽在 9 月接种，每个生产周期为 50 ~ 55 天。

2. 原料配制

血耳栽培原料以阔叶树木屑、棉籽壳较为理想，甘蔗渣、玉米芯、稻草次之。在上述主料中要加入一定量的麦麸或米糠作为辅料，主料和辅料的比例为（8 ~ 8.5)∶(1.5 ~ 2)，适用的配养料配方，可参用银耳袋栽的生产配方。培养料按常规方法配制，调含水量为 60% ~ 65%，pH 为 6 ~ 7。

3. 袋接种

（1）装袋灭菌 装袋采用 17cm × 33cm 的聚乙烯塑料袋，装料后，将料面整平，用锥形木棒在料面打接种孔，孔径 1.5 ~ 2cm、深 2cm。袋口套塑料颈环，用棉塞封口。装袋后，采用常压灭菌，在 100℃ 下维持 8h，冷却后接种。

(2) 接种 接种时应对菌种进行挑选，菌龄以1～1.5个月为宜。用酵母状分生孢子与伴生菌混合培养的原种，不宜直接作为栽培种使用，否则会出耳不整齐，或分化过早，耳瓣薄，产量低。上述原种必须经过一次扩大培养，并在培养料表面形成子实体原基或幼耳后才适合作为栽培种使用；若子实体已完全开片，则生活力下降，接种后成活慢，且易发生污染。接种前要进行拌种，用接种铲挖除已分化的原基或幼耳，将菌种瓶上部约3cm深的培养料捣松，搅匀，然后接种。拌种不匀会影响出耳。接种时，种块要放在耳袋的接种穴内，可使生长子实体朵型肥大圆整。

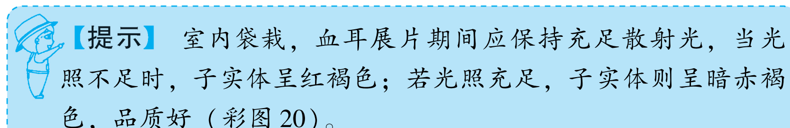
4. 发菌管理

接种后，将耳袋竖放于培养室床架上，拉直袋口，袋间留1cm距离。进房后3天内室温保持在26～28℃，菌种萌发定植后，室温降至25℃左右培养，每天早、晚各开窗通风1次，每次30min，随菌丝生长量的增加，每次通风时间延长到40～60min。血耳菌丝生长较慢，需经40天左右方可在袋内长满。当菌丝长满培养料的3/5时，接种块上已出现红褐色分泌物，表面有微细绒毛状菌丝，继而胶质化，形成子实体原基即进入出耳阶段。

5. 出耳管理

原基出现后，拔去棉塞，仍将包口牛皮纸盖在塑料颈环上，并喷水使之湿润，同时将室内相对湿度提高到80%，并延长通风时间，保持室内有充足散射光。当幼耳长到2cm大小时，去掉塑料环，拉直袋口，以防止培养料失水，并保持良好通气状态。也可在与袋口等高处的床架上拉几根细尼龙线，在线上搭盖干净的或经灭菌的报纸，用喷雾法使报纸经常保持湿润。每天向地面、空中喷水3～4次，使相对湿度提高到85%。在上述管理条件下，约经5天，幼耳迅速长大，此时可将袋口剪开并向下反卷，使子实体裸露在湿润的空气中，5天后可形成菊花状血耳子实体。





【提示】 室内袋栽，血耳展片期间应保持充足散射光，当光照不足时，子实体呈红褐色；若光照充足，子实体则呈暗赤褐色，品质好（彩图20）。



6. 采收加工

子实体成熟后，用锋利小刀齐培养基割下，保留耳基，以利于再生。然后停水3天，将袋口扎叠使之能微透空气，待耳基创口愈合后，再进行水分管理，经15天左右，可收再生耳。血耳生产通常只收一潮耳，再生耳的品质往往较差。

采收的鲜耳，要及时漂洗干净，晒干或烘干，烘干者品质较好。每袋可收鲜耳80g左右，高产者可达110g，鲜耳的折干率为（6～8）∶1。袋料栽培时常因拌种不匀有10%左右不能正常出耳，但生物学效率仍比段木栽培高。



第九章 紫木耳高效栽培

紫木耳（*Auricularia fuscosuccinea*）是20世纪80年代中期，由食用菌科研人员从野生菌株经菌种分离、驯化而选育出的一个优良的木耳新品种，是毛木耳的紫色变种，原产于湖南省武陵区。其肉质鲜嫩可口，风味独特，既具有黑木耳的柔软性，又具有毛木耳的清脆性，但品质明显优于毛木耳。

紫木耳具有许多优良生产性状：第一，紫木耳为中高温型木耳品种，对高温有极强的抗逆能力，一年中，春、夏、秋季均可栽培，即使在盛夏37℃的高温下，仍能正常出耳，且能获得较好的生产效益。第二，抗杂菌污染能力强，在极其粗放的管理条件下，也能成功地进行生产，适宜在不同环境下进行栽培，成功率高。第三，对栽培基质的适应性强，可广泛利用棉籽壳、甘蔗渣、稻草、杂木屑及禾木野草作为栽培原料，可不受栽培资源的限制。第四，生物转化率高，具良好的高产稳定性状，其生物学效率一般可达150%～200%，经济效益显著。

第一节　生物学特性

一　形态特征

在人工栽培条件下，原基形成初期为紫红色、透明、不规则的粒状物，在培养基上由少到多堆积突出，形成上大下小的倒置长粒状的幼芽。发育为成熟的耳片后，在单生时由贝壳状平展成叶状；



丛生时耳片为透明波状，长 3.5～12cm，宽 3～8.7cm。幼耳乳红色、透明，成熟后渐变紫红色，老熟时呈紫褐色（彩图 21）。背面（不孕面）密生短绒毛，新鲜时不明显，绒毛比毛木耳短而稀；有子实层的腹面光滑，紫红色，成熟后有一薄层白色粉末状物，即紫木耳担孢子。担孢子圆柱形，光滑，无色，弯曲，大小为（12～18）μm×（5～6）μm。

二 生长发育条件

1. 营养条件

紫木耳属腐生性很强的木材腐朽菌，生长在多种阔叶树杂木的枯立木、枯倒木及死亡的树桩上。人工栽培时，宜采用枫、桐、杨、柳等材质较松软的木屑，棉籽壳、玉米芯、稻草、麦秆、甘蔗渣、废麻渣等作为培养料的主要原料，还应加入一定比例的米糠、麸皮等含氮物质和钙、磷等无机盐及微量元素，培养料的适宜碳氮比为 20∶1。

2. 环境条件

（1）温度

1）菌丝体。紫木耳是喜中温偏高温型菌类，其菌丝体对环境温度的适应范围很广，在 5～39℃范围内均能生长发育。菌丝生长的最适宜温度为 20～30℃，在该范围内菌丝生长速度快且长势健壮。在 5℃以下低温，其抗寒能力不及毛木耳，故菌种不宜在 5℃低温下保藏。

2）子实体。紫木耳子实体原基的分化、生长和发育均要求较高温度，14℃以上才能分化原基，已形成的原基在 10℃以下处于休眠状态，10℃以上可以缓慢地生长发育，15～39℃是子实体生长发育的正常温区，生长适温为 18～37℃，以 20～32℃之间生长发育最为旺盛。在适温区内，温度越高，子实体生长越快。

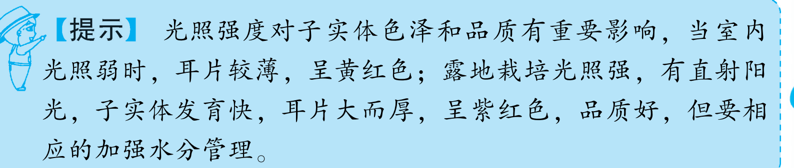
（2）湿度

1）孢子萌发。紫木耳是喜高湿的菌类。孢子在含水量为 65%～70% 的固体培养基上能迅速萌发，且成活率很高；含水量一旦低于 50%，萌发率明显降低；在含水量低于 40% 的情况下，几乎不能萌发。

2）菌丝生长。在紫木耳菌丝生长阶段，段木栽培时，要求木质适宜的含水量为45%左右，萌发定植的菌丝能迅速伸入形成层；若含水量低于40%，播入的菌种虽能萌发，但很难定植和侵入形成层，在晴天干旱条件下逐渐干枯死亡。袋料栽培时，要求适宜含水量为55%～65%，在55%以下，菌丝虽能萌发定植并伸入基质内，但菌丝纤弱，后劲不足；在58%～62%之间时，菌丝不但萌发定植快，且在料内的延伸速度也快，菌丝生长浓密、粗壮有力；含水量若超过65%，萌发定植虽快，在料面生长好，但伸入料内极慢；超过70%，菌丝很难伸入料内。

3）子实体。在紫木耳子实体生长阶段，段木栽培的适宜含水量为45%～50%，低于45%，子实体很难分化，已分化的子实体也会停止生长；袋料栽培的含水量必须保持在60%以上才能正常生长。

（3）光照 紫木耳属于喜光性菌类，其子实体的分化和形成均需要光刺激，在黑暗条件下，子实体是无法分化形成的，在40lx散射光照下，子实体分化更为健壮整齐，颜色绯红透明，生长迅速；若用强光照射，则易使耳木、菌袋和菌瓶等培养基脱水，子实体分化不整齐，已分化的原基呈干枯状态、颜色紫红、生长发育缓慢。当耳芽伸长形成耳片后，需要较充足的光线，直射光更有利于子实体健壮生长。


【提示】 光照强度对子实体色泽和品质有重要影响，当室内光照弱时，耳片较薄，呈黄红色；露地栽培光照强，有直射阳光，子实体发育快，耳片大而厚，呈紫红色，品质好，但要相应的加强水分管理。

（4）氧气 紫木耳为好气性菌类，其正常生长发育需要良好的通气条件，但与其他食用菌相比，紫木耳对高浓度二氧化碳有极强的耐受力，这一特性赋予紫木耳较强的抗逆特性。

（5）酸碱度 紫木耳的生长发育要求中性和微酸性的营养基质，其菌丝体虽然在pH为4～8的环境中均能生长，但在pH为5～7的范围内生长最好，尤以pH为6左右时生长最快。





【提示】在配制培养料时可加入微量石灰，将酸碱度调至中性偏碱。这样，随着菌丝发育过程中的酸化作用，基质的酸碱度会朝中性或中性偏酸转变，有利于延长出耳时间和提高产量。

第二节　紫木耳高效栽培技术要点

紫木耳可采用段木栽培或袋料栽培，段木栽培方法与木耳栽培方法相同。在实际生产中，紫木耳一般采用袋料栽培。袋料栽培是一种利用木屑、棉籽壳、蔗渣、玉米芯或稻草作为栽培基质进行栽培的方法，与段木栽培相比，其适应性更强，且不受生产环境的限制。

一　栽培季节安排

紫木耳为中高温型菌类，适宜夏栽或秋栽，在条件适宜的地方每年可栽培 4 批。其栽培季节可大体安排如下：

1）冬季低温培菌（室内加温），春末夏初中温出耳（自然温）。

2）盛夏高温培菌（室内常温），秋季中温出耳（自然温）。

二　栽培原料的选择和培养料配方

1. 栽培原料的选择与处理

（1）主要原料

1）木屑。通常采用适宜紫木耳生长树种的杂木屑，不能掺杂有松、杉、樟、柏等含烯萜类化合物的木屑。烯萜类化合物对紫木耳菌丝有毒害作用，含量在 0.7% 时即抑制紫木耳菌丝生长，含量达 3% 时紫木耳菌丝中毒死亡。生产规模较大时，可选用紫木耳适生树种的枝杈、树梢、树根做栽培原料，采用木材切片机、木材粉碎机进行加工。栽培黑木耳、香菇废菇木，如果未腐烂，也可在加工粉碎后作为栽培原料，但应加入部分新鲜木屑，废耳（菇）木的木屑只能占总用量的 30%～40%。不论采用何种木屑，都应在充分晒干后储藏，使用前应过筛，去掉杂质及粗大颗粒。

2）棉籽壳。棉籽壳具有良好的物理性状，颗粒间空隙较大，培养料通气性较好。表面含棉纤维较多，如果混有少量碎棉仁的棉壳，其养分更好，生产后劲足，棉籽壳呈弱碱性，能防止培养料的酸败。

【提示】陈棉籽壳在使用前应置烈日下曝晒2天，最好是在发酵处理后使用。

3）蔗渣。用蔗渣作为原料，应选新鲜色白、无酸败、无霉变的。取用糖厂的新鲜蔗渣，要及时进行晒干，未经充分干燥的蔗渣，久积堆放易结块、发黑变质，不能用于生产。

【提示】在新鲜蔗渣中，以细渣为好，若是带有蔗皮的粗渣，要经粉碎过筛后使用，以防刺破塑料袋。

4）玉米芯。玉米芯是玉米穗脱去籽粒后的轴，应晒干后保藏，使用时粉碎成黄豆粒大小的颗粒，不宜加工成粉状，否则会影响到培养料的通气状况，使发菌不良。

5）稻草。稻草在使用前应铡成3～5cm长的小段，不宜加工成粉状，过细则通气不良。稻草表面含有蜡质，培养前应进行软化处理，否则会影响栽培效果。稻草的软化可采用以下几种方法，或将两种以上处理方法同时采用，效果更好。

① 碾压法。将无霉变的稻草铺在干净地面上，用碾反复碾压至稻草变软。

② 浸泡法。将稻草屑在3%～4%石灰水中浸泡3～4h，捞出后用清水冲洗沥干，调节pH和含水量后使用。

③ 浸煮法。将稻草屑放入沸水中煮20～30min，待稻草软化变色后捞出即可。此法对杀死杂菌孢子效果较好，但只适于小批量生产。

④ 粉碎法。用饲料粉碎机将稻草打碎成不规则的碎片，培养料松散绵软、有弹性，最好是将粉碎机的筛板进行改造，以免将稻草加工成粉状。

⑤ 发酵法。将稻草用石灰水淋湿，调含水量到60%左右，然后建





堆、发酵，堆温达60℃以上保持3天后翻堆，可视气温情况翻堆2～3次。

【提示】 其他农作物秸秆、皮壳以及芒萁、类芦、斑茅等野草均可栽培紫木耳，要求不霉变、不腐烂，使用时要进行粉碎。

（2）辅助原料 袋装紫木耳培养料中，常用的辅料有麦麸、米糠、玉米粉、蔗糖、石膏粉、碳酸钙和过磷酸钙等。辅料的用量最多不得超过35%，最低不少于10%，否则都将影响栽培的产量和质量。

2. 培养料配方

（1）以杂木屑为主的配方

1）杂木屑74%，米糠（或麦麸）20%，碳酸钙1%，蔗糖1%，稻草屑（约长1.5cm）4%。

2）杂木屑78%，米糠18%，蔗糖1%，石膏粉1%，玉米粉2%。

3）杂木屑78%，麦麸（或米糠）20%，蔗糖1%，碳酸钙1%。

4）杂木屑85%，麦麸12%，大豆粉1%，蔗糖1%，石膏粉1%。

5）杂木屑25%，蔗糖45%，棉籽壳18%，麦麸8%，石膏粉3%，过磷酸钙0.4%，石灰粉0.6%。

6）杂木屑65%，棉籽壳25%，麦麸8%，蔗糖0.6%，石膏粉1%，过磷酸钙0.4%。

7）杂木屑49%，玉米芯49%，蔗糖1%，石膏粉1%。

8）杂木屑50%，玉米芯40%，大豆粉5%，麦麸5%。

（2）以棉籽壳为主的配方

1）棉籽壳90%，稻谷8%，石膏粉1%，生石灰1%。

2）棉籽壳80%，米糠（或麦麸）10%，稻草屑（长约1.5cm）8%，糖1%，石膏粉1%。

3）棉籽壳83%，麦麸10%，玉米粉5%，石膏1%，糖1%。

4）棉籽壳93%，麦麸5%，蔗糖1%，石膏粉1%。

5）棉籽壳44.5%，杂木屑44.5%，麦麸8%，蔗糖1%，碳酸钙2%。

6）棉籽壳75%，杂木屑12.5%，麦麸10%，蔗糖0.5%，石膏粉2%。

7）棉籽壳38%，蔗渣38%，稻草屑［长稻草屑（长约1.5cm）］8%，米糠（或麦麸）15%，石膏1%。

8）棉籽壳90%，玉米粉8%，蔗糖1%，石膏粉1%。

（3）以蔗渣为主的配方

1）蔗渣87%，麦麸（或米糠）10%，蔗糖1%，石膏粉1%，尿素0.5%，过磷酸钙0.5%。

2）蔗渣84%，麦麸15%，石膏粉1%。

3）蔗渣78%，麦麸（或米糠）20%，大豆粉1%，石膏粉1%。

4）蔗渣98%，蔗糖1%，石膏1%。

（4）以玉米芯为主的配方

1）玉米芯78%，麦麸（或米糠）20%，蔗糖1%，石膏粉1%。

2）玉米芯78%，麦麸（或米糠）20%，石膏粉1.5%，过磷酸钙0.5%。

（5）以稻草为主的配方

1）稻草屑（长约1.5cm）65%，米糠（或麦麸）33%，石膏1%，糖1%。

2）粉碎稻草（片状）70%，米糠（或麦麸）25%，玉米粉3%，石膏1%，糖1%。

3）粉碎稻草（片状）48%，稻草屑（长约1.5cm）10%，棉籽壳20%～25%，米糠（或麦麸）15%～20%，石膏1%，糖1%。

4）稻草64%，麦麸33%，蔗糖1%，石膏粉1%，过磷酸钙1%。

5）稻草66%，米糠30%，蔗糖1%，石膏粉1%，过磷酸钙2%。

6）稻草80%，玉米粉10%，米糠8%，石膏粉1%，磷肥1%。

（6）其他配方

1）豆秸88%，麦麸10%，蔗糖1%，石膏粉1%。

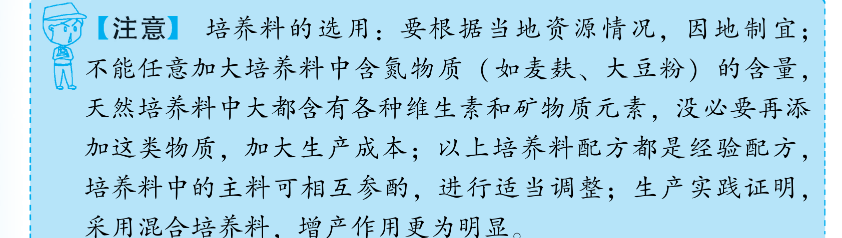




2）麦秸 75%，麦麸（或米糠）20%，蔗糖 1%，玉米粉 3%，石膏粉 1%。

3）玉米秸 70%，麦麸 28%，蔗糖 1%，石膏粉 1%。

4）稻壳 74%，米糠 20%，玉米粉 3%，过磷酸钙 1%，尿素 0.5%，碳酸钙 1.5%。



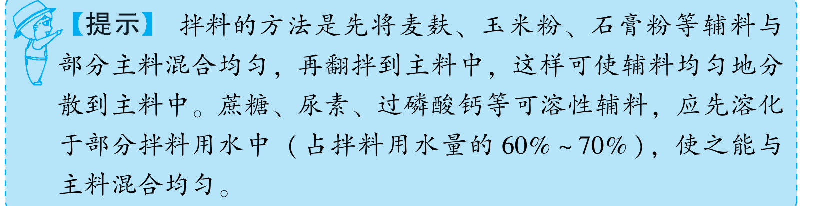
【注意】 培养料的选用：要根据当地资源情况，因地制宜；不能任意加大培养料中含氮物质（如麦麸、大豆粉）的含量，天然培养料中大都含有各种维生素和矿物质元素，没必要再添加这类物质，加大生产成本；以上培养料配方都是经验配方，培养料中的主料可相互参酌，进行适当调整；生产实践证明，采用混合培养料，增产作用更为明显。

三 菌袋制作

1. 培养料配制

（1）培养料处理 选择优质、足够干、无霉变的原料，置烈日下曝晒 1～2 天，以杀灭原料中部分杂菌和虫卵；如果有必要（自然气温较高或材料不够新鲜），可在配料前堆积发酵 5～7 天，使料温达 60～65℃，能更好地杀死培养料中的杂菌和虫卵，并加速培养料养分的转化，更适宜紫木耳菌丝摄取利用，且能加强接种后的抗杂能力，菌丝生长迅速、健壮，出耳早、朵型大、肉厚、质量好、产量高。

（2）拌料 拌料时应选择水泥地面，若在泥土地面拌料，地面要铺放农用薄膜，以避免泥浆混入料中。拌料时要将混有杂质的原料过筛后再称重。



【提示】 拌料的方法是先将麦麸、玉米粉、石膏粉等辅料与部分主料混合均匀，再翻拌到主料中，这样可使辅料均匀地分散到主料中。蔗糖、尿素、过磷酸钙等可溶性辅料，应先溶化于部分拌料用水中（占拌料用水量的 60%～70%），使之能与主料混合均匀。

紫木耳培养料含水量通常掌握在 60% 左右，料水比为 1∶(1.2～

1.3)。由于各种培养料的物理性状不同，对水分的吸收能力和持水能力都有一定差别。此外，还要根据栽培季节、培养料的干燥程度来灵活调节用水量。加水拌料时，为便于合理调整水分，先以总用水量的70%~80%与原料混合，待渗透吸收后，再根据需要补足水分。拌料后，通常应堆闷30min左右，使水分在料中渗透均匀，再检查含水量是否适宜。最常用的方法是用感官测定，即用手紧握培养料，以指缝间有1~2滴水渗出为适宜（但不能成串下滴），否则要摊料使其自然蒸发一部分，不宜采用添加干料的方法进行调整。

【提示】 在调整水分的同时，一定要检查培养料的pH。紫木耳喜中性或微酸、微碱的生长环境，在pH为5~7的条件下生长发育正常。由于培养料在高压灭菌后酸度会下降，故配料时的pH可为7~7.5。在生长实际中，通常用适当添加石灰粉或石灰水的方法，防止培养料偏酸。

【注意】 拌料量要根据生产能力来决定，要求2~4h能完成拌料、装袋全过程，以防止培养料长时间堆放造成酸败。秋栽制作菌袋，正值高温期，拌料装袋的时间应缩短到2h。

2. 装袋

（1）塑料袋的选择 常压灭菌一般选用有韧性的聚乙烯薄膜，其柔软、耐低温，但不耐高温，只适于100℃常压蒸汽灭菌，袋壁厚度以0.05~0.07cm为宜。高压灭菌可选用耐高温的聚丙烯薄膜，其强度较高，袋壁厚度通常为0.04~0.06cm。塑料袋过厚、过硬容易折裂，过薄则强度降低而易破损。

【提示】 袋栽用塑料袋的常用规格有以下几种：17cm×33cm×(0.04~0.06)cm、17cm×35cm×(0.04~0.06)cm、15cm×33cm×(0.04~0.06)cm、(15~17)cm×(40~45)cm×(0.04~0.06)cm。一般前三种规格为一端封闭的菌袋，于另一端接种，最好用折角袋；后一种为两端接种。



（2）装袋方法　装袋可用人工装袋或机械装袋两种方法。

1）人工装袋。要求层层压实，松紧适度，培养料不能有明显空隙或局部向外突出，手触料袋有弹性。当料装到袋深2/3时，将料面压平，中间用圆木棒在培养料中央打孔，孔径约2cm，深度约为料高的3/4。然后用湿布清除袋表面及袋口部位的培养料，在袋口套上直径3.5cm、高3cm的塑料颈圈，并将袋口外翻，用橡皮筋固定在塑料颈圈上，再用棉塞封口，外面用牛皮纸包扎。

2）机械装袋。可选用装袋、装瓶两用机，使用时更换与塑料袋直径相适应的出料口套筒。装料时，一手握住套在出料口的袋口，一手托住塑料袋，让培养料自然均匀地进入袋中。这种装料机配套动力为0.75kW，推动杆转速为650r/min，每台每小时可装1000袋。其他要求与人工相同。

四　灭菌

装袋后要尽快灭菌，装袋与灭菌相距时间最好不要超过4～6h，以防止培养料发酵变质。灭菌的目的是杀灭微生物，同时还能促使培养料有机物质的部分降解，更有利于菌丝的吸收利用。灭菌的方法可分为常压灭菌和高压灭菌两种，低压聚乙烯袋只适于常压灭菌，在实际生产中，常压灭菌是最常用的灭菌方法。

1. 常压灭菌

采用这种灭菌方式，须建造专用常压灭菌灶，以下介绍两种常压灭菌灶的特点和建造参数：

（1）砖砌仓式灭菌灶　灭菌仓四壁厚24cm，在主锅外围10～15cm外砌砖墙，砖墙砌至锅面15cm处，预埋搁板数根，并使其均位于同一水平面上。随后再每隔50cm左右，预埋搁板数根，以便分层旋转活动栅板。在砌墙时，将门框、温度计插座孔等需要预埋的构件，均应分别安装上。仓顶用混凝土现浇时，将直径6mm钢筋或8号铁丝扎成弧形网络，然后撑模板，浇捣混凝土层，其厚度为6cm左右。在仓顶中部预留排冷空气的排气孔，以便埋入带阀门水管，供灭菌时排放冷空气用。灭菌仓整体砌完后，内墙及仓顶用高标号水泥抹面，厚为2cm；外墙用水泥塞缝。灭菌仓门用木质结构，门的大小视灭菌仓大小与进出料方便而定，一般以（150～160）cm×（60～

70) cm、厚 2cm 为宜，用杉木槽拼接制成。在门框或门四周嵌上橡皮，可防止漏气。活动栅板用杉木制成，按灭菌仓内径分成 2 ~ 3 块，便于拆放。栅板间隙应小于 5cm，如图 9-1 所示。

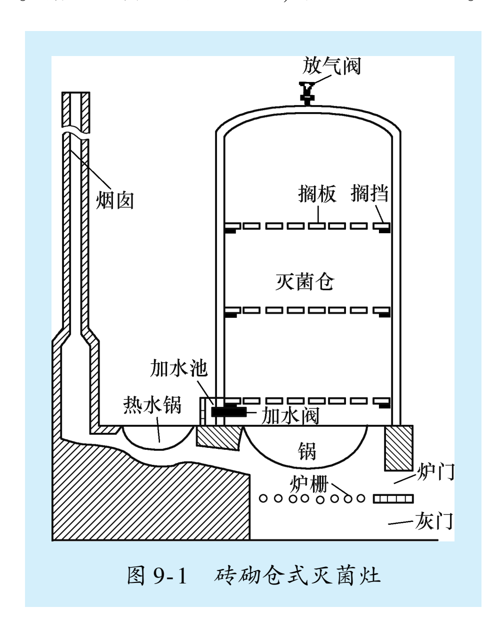


图 9-1　砖砌仓式灭菌灶

(2) 水封口虹吸式灭菌灶　在灶台上用砖砌 100cm 高的方形蒸汽室，顶部要砌一圈封口槽，供封口用。在锅与烟囱之间的火道上安一只颈罐，再根据虹吸原理，用铁管将锅体与颈罐相连接，可充分利用烟道热能，水经预热后源源不断地补充蒸汽锅中损耗的水量，且能保持锅内温度的恒定。锅盖用镀锌铁板做成圆锥状，盖口的边缘与砖砌的水槽相吻合，盖中心留温度计插孔，如图 9-2 所示。

2. 高压灭菌

采用这种灭菌方式要购置专用设备，劳动部门已有明文规定，不允许自行设计制造。高压灭菌器有多种型号、形状和容积，适于栽培上使用的是卧式灭菌柜，应严格按照使用说明书进行操作，以避免出现严重事故。采用高压灭菌，通常要在升温后排除灭菌柜内的冷空气，否则会造成“假升压”现象，难以达到彻底灭菌的目的。



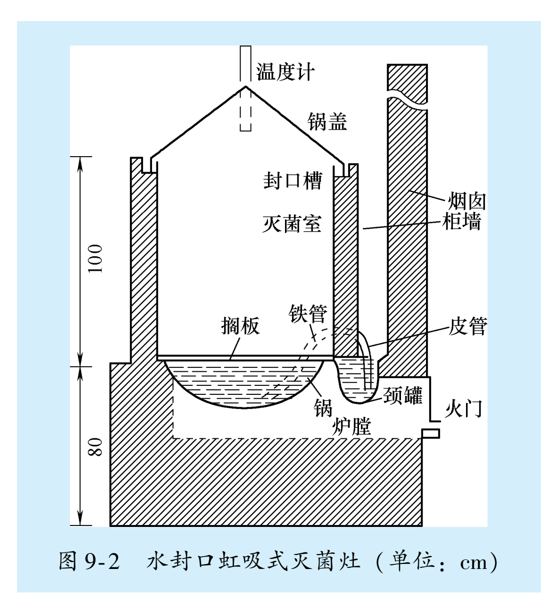


图 9-2　水封口虹吸式灭菌灶（单位：cm）

在排除冷空气的过程中，放气阀开启应缓慢，否则由于温度和压力骤然下降，常使塑料袋膨胀变形，严重者会出现裂缝或小孔，会增加发菌培养的污染率。可采用缓升压和自然降压的方式，克服以上弊端。培养料的灭菌要求，一般要在 0.15MPa 压强下保持 1.5～2h。待压力自然下降至 0 后，经排除锅内压力再打开锅盖出锅。

五 接种

接种在接种室、接种箱内进行无菌操作。有条件的地方可采用净化工作台，可改善生产环境。

1. 接种环境消毒

灭菌的料袋安放到接种室或接种箱内后，要进行空气净化灭菌处理。通常采用福尔马林（37%～40% 的甲醛水溶液）进行熏蒸消毒。按消毒空间计算，每立方米福尔马林用量为 10mL，置于被剪去 2/3 罐体的易拉罐空罐或金属容器中，直接放在酒精灯或炉火上加热，使其蒸发。甲醛为强还原剂，与氧化剂反应时可产生大量的热，

而使甲醛蒸发，常用的氧化剂是高锰酸钾，其用量为福尔马林的50%（即每立方米空间用5g），先将高锰酸钾放到容器内，倒入福尔马林后立即关闭房门，几秒钟后，在高锰酸钾的作用下，福尔马林即开始沸腾挥发。密闭空间24h后开始接钟。

福尔马林熏蒸后，空间会残留辛辣的刺鼻气体，且对皮肤有刺激作用。有许多地方已改用“气雾消毒剂”进行消毒。每立方米空间有效使用剂量为4～6g，作用时间为0.5h。提高空气相对湿度，预先在接种室内喷雾状清水或1%的金星消毒液，使相对湿度达70%，可增强气雾消毒剂的灭菌效果。采用这种消毒方法，经0.5h后可进行消毒操作，如果余氯气味太重，可在口罩内加衬一片消氯巾。

2. 接种

菌种瓶（袋）送入接种室（箱）之前，应用酒精或2%～3%来苏儿液对瓶（袋）进行表面消毒。接种时，应先铲除菌种瓶内表面老化菌种，每个菌袋接种木屑菌种5～6g即可。在接种操作中，菌种瓶口和菌袋袋口均应置放在酒精灯火焰封闭的有效区内。在生产实践中发现，采用条形菌种（用树枝条、木片或竹片培养的菌种）接种，每袋插入1根，能显著加快发菌速度，提高接种成功率。

六 发菌管理

发菌通常是放在发菌室内进行培养，也可利用保温性能良好、地势干燥且具有遮光条件的室外耳棚作为发菌场所。菌袋进入发菌室之前，要打扫清洁并进行消毒处理。室内要设置床架，以便排放菌袋。

发菌管理大体上可划分为3个管理阶段，要根据菌丝萌发定植和发菌情况，分别采取相应的管理措施。

1. 发菌前期

主要是促进菌丝萌发定植，向培养基质内蔓延，尽快形成生长优势。室温要求控制在20～30℃。若温度适宜，7～10天即可“封面”（菌丝长满菌袋表面），并开始向培养料内延伸。



【提示】 春栽接种，因室温较低，可将菌袋集中叠放在1～2个床架上，但不能使袋口受压，床架上用薄膜覆盖保温，必要时应采取升温措施；秋栽接种，由于气温较高，应将菌袋分散竖放在床架上，必要时应采取降温措施。发菌前7～10天，此时不宜翻动菌袋。

2. 发菌中期

主要是促进菌丝健壮生长，创造适宜的环境，提高菌丝对养料的分解吸收能力。在此阶段，由于菌丝代谢作用旺盛，袋内料温常比室温高1～3℃，为使菌丝生长更为粗壮浓密，室温应控制在25℃左右，每隔5～7天翻堆一次，并翻动床架上的菌袋，使之能均匀生长。

【提示】 结合翻堆，清查菌袋污染情况，对局部出现杂菌菌落的，可用注射抑菌剂方法进行封闭处理，污染严重的应及时剔除；若在培养基表面和棉塞上出现链孢霉菌丝，应及早清除；如果已形成棉絮状橘红色分生孢子丛，应用湿纱布轻轻包裹袋口，移到室外销毁，切勿使分生孢子在室内扩散，否则会导致大面积污染。15～20天后袋内菌丝生长显著加快，要延长通风时间，室内相对湿度控制在70%左右，并保持无光或光线较暗的环境。

3. 发菌后期

菌丝经35～40天生长，已基本上在袋内长满，即将营养生长转入生殖生长，此时袋温逐渐下降，趋于与室温相平衡，可将室温控制在24～28℃，并延长通风时间，通常在45～50天，菌丝进入生理成熟期。

七 催耳

1. 催耳的时机和场所

催耳是将菌袋划破后，置于湿润、光照条件好、空气新鲜的环境下，促使耳芽大量发生。

（1）催耳时机 菌丝在袋内长满后，将菌袋置放在层架上，开门、窗加强通风，增加光照，使室温降至18～20℃，刺激原基分化。经2～3天，袋壁上有部分耳芽出现，即可进行开孔催耳，并增大室内相对湿度，促使耳芽大量发生；或于菌丝长满后，再培养数日，即可在菌袋上开出耳孔，进行催耳。

（2）催耳场所 催耳的场所可以放在室内，也可放在室外荫棚、树林地上进行。可先将地面整平，在地面上铺一层细沙，浇水湿润，再将开孔的菌袋摆放在沙地上，覆盖薄膜保湿，培养2～3天后再开孔。在上述环境中空气温度适宜，光照条件好，空气清新，通风条件好，开孔后7～10天孔口即有子实体原基发生，10～15天原基可大量发生。催耳前3天，不要掀动薄膜，3天后每天揭膜通风2～4次，并结合喷水保湿，待耳芽大量发生后再准备好出耳场所出耳。

2. 开孔催耳

开孔前，先去掉袋口的棉塞及塑料颈圈，用绳索将袋口扎紧，使之平贴于培养料表面，再剪去多余的袋口薄膜。然后将菌袋用消毒液进行表面消毒处理。消毒液可选用以下配方：0.1%高锰酸钾液、0.2%托布津液、3%来苏儿液或3%石灰澄清液。可采用擦洗袋面的方法，或将菌袋浸入消毒液中随即提起也可。

【提示】 紫木耳袋栽开孔，其孔口有多种形状：圆形、长方形、长条形、“十”字形、“V”字形和三角形等，以“V”字形出耳孔出耳最好。前几种出耳孔由于穴口较大，难于保持水分，养分流失多，喷水时水分易渗入料内，且容易造成污染，或使原基分化过密，影响耳片分化，在采耳后残留耳基易形成烂耳。采用“V”字形开口孔，不仅保温性能好，水分不易散失，而且喷水时可避免过多水分渗入料内，出耳时，由于耳片将切口薄膜向上撑起，可防止耳基积水过多造成烂耳。

开孔时，用经消毒的刀片在袋面斜向轻划两刀，使之呈“V”字形，孔口长1.5～2cm，共分3行，孔口相互交错呈“品”字形，每袋开孔10～12个，孔距5～6cm。



八 栽培方式

1. 吊袋出耳

吊袋栽培是袋料栽培方法中具有代表性的一种栽培方式，接种后在室内发菌，然后在室内或室外荫棚、林下或蔗田吊挂，进行出耳管理。

（1）出耳场地 吊袋栽培紫木耳，通常是将催耳后的菌袋置于空气相对湿度大、通风条件好、光照充足的环境下出耳。出耳的场地可以用栽培室、室外简易荫棚或荫蔽适当的林地。

栽培室布局以南北向为宜，普通砖木结构，水泥地，栽培室面积每间 $20m^2$，可吊挂 1000 个菌袋。房四周近地面处设 4 个通风孔，房顶设抽风筒。南北两面均设对开窗户，有利透光和通风换气。室内设 5 个出耳架，宽度 1m，长 2m，共 5 层，每层固定 7 根铁条，用来吊挂耳袋，每个出耳架可吊挂 200 袋。出耳架之间应留 50～60cm 人行道，以便喷水和采耳。

简易出耳棚可参照上述要求用竹木骨架，并在棚内固定竹竿或 8 号铁丝，供吊挂耳袋用。

采用吊挂袋栽培法，可用“S”形铁丝钩将耳袋吊挂在铁丝或竹竿上，耳袋之间应保持 10～15cm 间距，上、下层耳袋位置要相互错开。

吊袋栽培还有另外一种方法，室（棚）内不设出耳架，将毛竹或较粗树干横架在两侧墙面上，作为横梁，按照一定的距离，在横梁上系若干根尼龙绳，按照前述行距、层距的要求，用 S 形铁丝钩将耳袋吊挂在尼龙绳上，进行出耳管理。

（2）出耳管理

1）调节湿度。菌袋开孔催耳上架后，标志着紫木耳已从营养生长转向生殖生长，菌丝内部的生理变化处于整个生育过程中最活跃的时期，对水分十分敏感。尽管塑料袋保湿性好，但因开孔后料内水分散失，所以菌袋开孔上架后，应在室内地面浇一次大水，以水泥地面稍有积水为宜，使之能保持室内所需空气相对湿度。一般从开孔至出现耳基 3～5 天内，相对湿度不能低于 90%；原基至耳片分化需 3～4 天，相对湿度不能低于 85%；耳片生长至成熟需 6～7 天，

相对湿度不能低于90%。从开孔至采收第一潮紫木耳需12～16天，其中除在采耳前后各停水1～2天外，其他时间均应浇水保湿。为有效地保持出耳室的湿度，在没有水泥地面的耳棚或其他出耳场所内，要在地面铺2层青砖或清洁的粗沙粒；保湿性较差的耳棚在棚顶或四周都要用薄膜封闭。室内喷水要采用喷雾的方法，以提高空气相对湿度为主。对菌袋表面喷水，应从侧面或下面向上轻喷水，以保持耳片湿润不收边为准。

【提示】 随着采耳次数的增加，应尽量减少向耳片直接喷水，可减少烂耳。每天喷水次数要根据气候、出耳情况以及室内湿度来决定，通常保持在4～6次，气温高时，要增加早、晚的喷水次数和用水量。

2）控制温度。紫木耳原基的分化生长和发育要求有较高的温度环境，室温低于14℃则耳片分化困难，15～39℃范围内均能正常生长发育。出耳阶段室温以控制在20～32℃最为适宜，该范围内出耳整齐、健壮、开片好。

3）通风换气。紫木耳为好气性真菌，在菌丝生长阶段需氧量低，但出耳期需氧量高，因此，室内袋栽要特别注意通风换气，排除二氧化碳等废气，保持室内空气清新。尤其是夏季出耳，因气温高、室内空气相对湿度大，要经常保持空气对流。这不仅有利于出耳和耳片生长，而且是防止病害发生的一项重要措施。

4）增加光照。紫木耳子实体的分化和形成、生长和发育都必须有光照条件。在完全黑暗的条件下，即使是营养生长很旺盛的菌袋也不会分化成子实体。在40lx的散射光照下，子实体分化得健壮整齐，颜色绯红透明，生长迅速。特别是随着耳芽的伸长形成片后，充足的光照（如直射阳光）会使子实体生长发育更快，耳质更好，但要加强水分管理。

（3）采收 袋栽紫木耳，能控制原基发生的部位，不能控制原基发生的数量，耳片常呈丛生状，因此，要注意采耳方法。正在生长中的幼耳，颜色紫红色，耳片内卷，富有弹性，耳柄扁宽。当耳片色转浅，耳片舒展变软，耳根由粗变细，耳柄收缩，腹面略见白



色孢子时，为采收适期。采收时要按照“采大留小”的原则，只采收已成熟的耳片，并避免伤害幼耳。

【提示】 正确的采摘方法是用大拇指和食指握住耳片中部，中指齐木耳基部压住小耳和耳基，拇指和食指稍用力向上扭动将耳片采下，并尽量将耳柄择干净，以免残根溃烂引起杂菌的侵染。袋栽采耳切勿使用小刀割取，也不应将大小耳一起采下，以免影响紫木耳的商品质量和推迟第二潮紫木耳的采收。

紫木耳采收前，应停水1～2天，当耳片向内收卷时采收。采耳后要停水1～2天，以利于被损伤组织的恢复。袋栽紫木耳成熟期不太一致，一般经7～10天可采收一次。在管理正常的情况下，室内吊袋栽培可采4～5次，多者可达10次以上。

2. 耳棚层架栽培法

（1）搭建耳棚 选择通风向阳、靠近水源、排水方便场地建耳棚，用竹木材搭棚架，“人”字形棚顶上盖稻草或麦草，四周用玉米秆、高粱秆、草帘围护，仅留出入门。耳棚规格大小依地势而定，宽度以不超过8m为宜，地面要平整并有一定倾斜度，以利于排除积水，四周要开排水沟。在大棚内四周挂上薄膜，可提高保温、保湿效果。有条件的地方也可用砖、石砌墙，仍用“人”字形草顶棚，为半固定式简易耳房，更便于管理。棚内用竹、木、砖或水泥柱搭床架，架高2.5m，宽20～30cm，可横放一个耳袋，每架分为4～8层，层距25～60cm。距离小的平排一层，距离大的可堆放几层培养袋。床架底层距地面15～18cm。为合理利用空间，每两架合为一组，两架之间留18～20cm距离；两排床架间留60cm走道。每层架固定两根竹竿，相距20～30cm，以放下耳袋不下落为宜。100m^2面积可放3000～6000袋。

（2）出耳管理 菌丝长满后，气温在18℃以上时，应及时开袋出耳。耳袋进棚前，用0.2%多菌灵溶液或高锰酸钾溶液对耳袋表面进行消毒，然后将耳袋两头袋口打开，反卷袋口薄膜，露出料面，呈单排或几层堆放在层架上，加盖薄膜，棚内温度控制在20～25℃，

相对湿度为90%左右，并加强光照，促进耳芽形成。当耳芽出现后，揭去薄膜，此时应以保湿为主，有足够散射光，适当通风换气。随耳片逐渐长大，要根据气候情况和耳片长势每天喷水2～3次，保持空气相对湿度90%～95%。此时温度若超过30℃，相对湿度高于95%，容易出现流耳，应加大通风量，降温、降湿。出耳期水分管理以干干湿湿为宜。当耳片全部展开，边缘略卷，颜色由紫红色转为紫褐色，稍有白色孢子堆出现时，为采收适期。采耳后，停水3～4天，待菌丝恢复生长后，再次喷水管理，以促进耳芽再次形成，一般可采3～4潮。

3. 阳畦排袋栽培法

阳畦排袋栽培法是根据紫木耳对生态条件的要求，借鉴大田袋栽香菇的经验，利用冬闲田在室外栽培紫木耳的一种方法。由于田间具有良好的通风、光照条件，可提高紫木耳的抗杂力，减少污染；同时可利用地温、地湿，更好地促进耳芽生成和子实体的生长发育。

（1）栽培季节 阳畦排袋栽培法是在培养室发菌，然后在搭有荫棚的畦床上排袋，进行出耳管理。由于采用室内发菌，菌丝生长所需温度、湿度都比较容易控制；出耳阶段是在室外荫棚下进行管理，故安排生产季节，首先必须考虑自然温度。应根据当地气象资料，找出适宜紫木耳生长的适温始期和终期，并以适温始期为起点，向前推移1.5～2个月安排制袋接种。

（2）下田排架 选择适宜田块整理成龟背形畦床。床宽1.3～1.4cm，畦高20cm，长度视场地而定，四周开好排水沟。在畦床上用小竹竿或木条搭成排袋架，架高30cm。使用前撒石灰粉并喷施农药进行消毒。

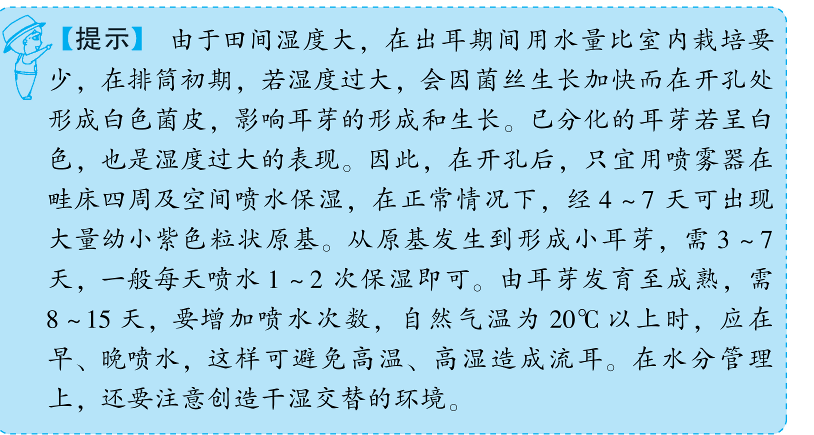
紫木耳菌丝在袋内长满并在袋壁上可见少量米粒大小的紫红色原基时，即可将菌袋搬入田中，倾斜排放在排架上，菌袋与地面呈70°～80°角，每行排放10～12袋，行距20cm，袋距10cm左右。畦床上方按1.5cm距离投圆拱形竹片1根，用薄膜覆盖，并在上面用竹木杆搭遮阴草棚，草棚的覆盖物要有一定透光率，能创造“四阳六阴”的光照环境，菌袋下田排架后，经1～2天适应后，即可开穴



催耳。穴口开成“V”字形，可参照吊袋法进行操作。

（3）出耳管理

1）保湿出耳。菌袋排架后，在畦床上喷一次清水，使覆盖后畦床湿度达到85%～95%，在薄膜内壁上有可见的悬而不落的小水珠，若薄膜仅见凝结的雾状物，则说明湿度偏低，只有80%左右，应揭膜喷水增湿；若薄膜上有较大水珠下滴，则说明湿度过大，应揭膜通风，降低湿度。相对湿度低于80%，耳片生长迟缓、薄、重量减轻、色泽不好；相对湿度超过95%，则易滋生杂菌，导致流耳。


【提示】 由于田间湿度大，在出耳期间用水量比室内栽培要少，在排筒初期，若湿度过大，会因菌丝生长加快而在开孔处形成白色菌皮，影响耳芽的形成和生长。已分化的耳芽若呈白色，也是湿度过大的表现。因此，在开孔后，只宜用喷雾器在畦床四周及空间喷水保湿，在正常情况下，经4～7天可出现大量幼小紫色粒状原基。从原基发生到形成小耳芽，需3～7天，一般每天喷水1～2次保湿即可。由耳芽发育至成熟，需8～15天，要增加喷水次数，自然气温为20℃以上时，应在早、晚喷水，这样可避免高温、高湿造成流耳。在水分管理上，还要注意创造干湿交替的环境。

2）揭膜调温。畦床上的覆盖，每天上午8：00～9：00，下午3：00～4：00各揭开通风30min。通风时，将两侧薄膜掀起，使空气对流，清除畦床上聚积的二氧化碳。自然气温较高，揭膜通风应在早、晚进行，每次1h；夏初闷热的雷雨天，可整天将畦床两端薄膜掀起，使床内空气对流；雨天可在夜间将四周薄膜揭开，并防止雨水冲淋菌袋，有利于紫木耳的生长。

3）调节光照。畦床排袋栽培，要依靠简易草棚来调节畦床的光照强度，并调节畦床的温度。春季栽培到夏初出耳，日照强度逐步增加，遮阴棚的茅草可随之加厚，以减少辐射，降低床温。若在秋季栽培，日照强度逐渐减弱，遮阴棚的茅草可逐渐抽稀，利用温室效应来提高床温。

耳芽形成后，经15天左右即可采收。当耳片边缘上正有大量白

色孢子产生时为采收适期。采用上述管理方法，一般可采收 4 潮，第一潮质量最高，管理好第一潮耳对提高单产水平具有重要意义。

4. 阳畦覆土栽培法

采用覆土法栽培紫木耳，湿润的土壤能均衡而持久地为子实体生长发育提供所需水分，还能隔绝基质与大气的直接接触，不仅温度稳定，而且基质中的水分不易散失，有利营养物质的吸收、运输，耳片始终舒展。菌丝伸入到覆土中，可吸收土壤中的无机盐类营养物质，特别是微量元素，能调整营养平衡，增强同化作用。覆土后菌丝相互连接，菌丝块的营养物质可集中供应子实体生长发育。采用此法栽培，出耳潮次分明，有明显增产作用，一般紫木耳的单产可提高 20%～40%。

（1）脱袋覆土 脱袋前，先在室外整地做畦，畦面宽 1m，长度不限，畦面高出地面 30cm，呈龟背形，四周开排水沟，并用石灰水消毒。场地可选有树荫遮蔽处或搭 1.8～2m 高棚架，用秸秆盖顶遮阴，四周用草帘围护，要求棚内光线明亮，通风良好，排水方便。

排放时，将菌丝长满的耳袋用剪或刀除去薄膜袋，取出菌丝块，紧密排放在畦床上，立即覆土。覆土材料选用具有良好团粒结构和保水、透气性能好的水稻田表土，土粒直径在 1cm 以内，覆土层厚 2～3cm，覆土层含水量 40% 左右，覆土层上床后再略喷一次水。然后在畦面架拱形薄膜小棚保湿。

（2）出耳管理 覆土后要调节土粒水分，一般从覆土后第二天开始进行，头 2～3 天早、晚各喷水一次，务使水分尽快渗透土粒。待土粒全部湿透后，改为每天早或晚喷一次，保持土粒湿润即可。一般在覆土后 1～2 天，即可见白色菌丝在覆土中伸展。在适宜温、湿度下，15～20 天耳芽破土而出，这时应揭去拱形薄膜，用勤喷、细喷方法，使土粒含水呈饱和状态，以利于出耳。雨天应盖上拱形薄膜，打开两端通气；采完第一潮耳后，停水 3～5 天，重新盖上薄膜，当第二潮耳芽出现时，再按前述方法管理。

对吊袋栽培、床架排袋栽培的耳袋，在采收 1～2 潮子实体后，也可改用阳畦覆土栽培，能起到一定增产作用，可使生物学效率提高 20% 以上。



5. 稻田套种栽培法

稻田套种紫木耳是在水稻生长的中后期，利用稻田宽行空间温度较低、湿度较高，并有一定荫蔽的特定小气候环境，套种能耐较高温度的紫木耳，进行一段时间稻耳共生的高效益立体农业栽培模式。稻田套种紫木耳，应选生长发育健壮、叶面积大、叶片伸展面广的品种。在套种期，田间相对湿度晴天仍可达 80%～90%，稻株底层可形成“七阴三阳”的透光度，昼夜温差可达 8～12℃。稻田套种紫木耳具有显著的经济效益和生态效益，每亩可套放 6000 袋左右，产鲜耳 2000～3000kg。因此，推广这种栽培方法具有重要生态效益和经济效益。

（1）配套品种选择 紫木耳属中高温型品种，子实体生长适温范围广，抗逆性强，很适宜田间套种。水稻品种应选用生育期适中、抗病性强、耐肥抗倒、植株茂盛的高产、优质品种。

（2）栽培季节 根据我国南方气候条件，早、晚两季水稻均可套种紫木耳。南方一般在 4 月 20 日前插完早稻秧，5 月 20 日前晒田，4～5 月制作紫木耳菌袋，6 月上旬～7 月，排放到稻田行株间出耳。晚稻一般在 8 月 1 日前插完秧，8 月 20 日以前晒田，7 月制作耳袋，8 月下旬～10 月，排放到田中出耳。长江以北地区，也可采用这种栽培方法，但只能套种一季紫木耳菌袋。稻田套种紫木耳，由于共生期短，要特别注意制袋时间安排，宜早不宜迟，做到“宁可袋等田，不可田等袋”。

（3）催耳 在套种下田前 1 周，要进行划口催耳。将已长满菌丝的耳袋，去掉棉塞和套环，用绳索扎好袋口，放入 0.1% 高锰酸钾液中浸泡一下，再用刮须刀片在袋壁上划 6～8 条出耳口，开口长 1.5～2cm，深度以划破薄膜露出菌丝为度，不可损伤菌丝。划口后上堆架码，尽量使划口处排列在空隙处，然后浇水保湿催耳。1 周后，原基从切口处形成，做好下田准备；晚稻套种时，由于此时气温高，划口后不再上堆，可直接排放到田中进行催耳和田间管理。

（4）耳袋下田 套种紫木耳的稻田，应选择土质肥沃、田面平整、水源充足、排灌方便、避风条件好的田块。早稻在 3 月底播种育秧，4 月底～5 月 1 日插完；晚稻在 6 月底～7 月初播种育秧，8 月

1 日插完。稻田要求肥沃融合，田地平整，1.5m 开厢，长不限，留厢沟约 33cm，沟深 10cm，厢东西走向，行南北走向，围沟宽 17cm，深 17cm。株行距为 15cm×20cm，插行间留间距 40cm 的工作行，保证每 667m^2 有 9～11 万基本苗，便于早封行遮阴。水稻套种紫木耳要加强水稻前期管理，及时中耕施肥，重施基肥，适施叶面肥，早施追肥，做到肥源足，封行早；在耳袋下田之前，施农药防治病虫害，并按水稻生育期晒田。

耳袋下田时，逐个排放在株行间，并用长约 15cm 的尖头竹签从耳袋中部穿透，固定在厢面上，使袋间有 12cm 的距离。

（5）耳、稻管理 下田后 1～4 天，为紫木耳原基分化期，每天上午 11：00～12：00、下午 4：00～6：00 灌水，使水淹没至袋下部的耳基部位，经 30min 将水排除，至沟中留有满水为止。若耳袋下田后遇连阴雨天气，要及时将厢面积水排干，浅留或不留沟水；阴天保持厢面水 4～5cm，晚间排干。

经数天后，耳片很快舒展，进入盛长期。此时的管理宜视天气变化而定，晴天灌满沟水，阴天灌半沟水，雨天排干水。下田后一般在 10 天左右即可采收，采收时采大留小，发现烂耳要及时清除，采耳时遗留在田面的碎耳要收拾干净，以免引发虫害。采耳后两天，于午间灌水至出耳处，经 30min 后排水，厢面留水 4cm；下午 4：00 按上述方法重复灌水一次。晚间厢面留薄水，经 4 天左右，又有新的原基形成，每隔 3～5 天采收一次，可采收 4～5 潮。



第十章 大光木耳高效栽培

大光木耳（*Auricularia reticulate* Li.）又名网脉木耳，属担子菌亚门、层菌纲、木耳目、木耳科、木耳属。大光木耳耳瓣组织内结构无坚硬的髓层，与毛木耳具有坚硬的髓层截然不同，属黑木耳类型；又因耳瓣大，背面（不孕面）柔毛稀短，有明显的网脉，腹面光滑，所以称作大光木耳或网脉木耳。

大光木耳适宜用杂木屑、棉籽壳、甘蔗渣、玉米秆（芯）、豆秆（荚）、稻草、秕谷、砻糠等作为栽培原料，可袋栽和段木栽培，具有生产周期短、抗杂能力强、耐高温、产量高等优点，是耳类中一种具有优质、高产、高抗、高效的热带新品种，具有广阔的开发应用前景。

一 形态特征

子实体单生或群生，新鲜时呈胶质，半透明，耳状，直径(4～10)cm×(3～5)cm，厚0.5～1.2mm，子实层面光滑，黄褐色，半透明，干时暗褐色；不孕面瓦灰色，绒毛较少，肉眼不易看到，有明显隆起的稀疏网络，粗0.5～0.6mm（彩图22）。担子长梭形，担孢子腊肠形，无色，大小为（12～15）μm×(4.5～5.6)μm。

二 生长发育条件

1. 营养条件

大光木耳属木腐生真菌，对营养条件适应范围广泛，可以在阔叶树的枯木上生长，更适合用农林副产品（如稻草、棉籽壳、豆秆、

杂木屑、蔗渣等）做袋料栽培，而以棉籽壳加稻草和玉米粉作栽培原料，产量最高。

2. 环境条件

（1）温度 大光木耳属热带木耳，菌丝在5～38℃均能生长，适宜生长范围为20～32℃，以27～30℃最为适宜；低于5℃或高于40℃，菌丝停止生长。子实体在15℃开始形成，其生长适温为24～30℃，在30℃左右生长最快，40℃仍能出耳；在温度高时出耳，子实体肉薄，反之肉厚。

（2）湿度 菌丝生长阶段，培养料含水量以60%～65%为宜，低于50%或高于70%，菌丝生长不良；菌丝生长时，相对湿度控制在70%左右。子实体生长阶段，则以高温高湿同步为好，在30℃时，相对湿度应在90%以上，保持耳片湿润，可达到出耳高峰。

（3）光照 菌丝生长阶段不需要光照，但形成原基需一定的散射光，在光照充足条件下，有利于子实体分化，可使耳片色泽加深。

（4）氧气 大光木耳必须在通风条件良好的条件下生长发育，对二氧化碳有较高耐受力，在人防工程、地下室栽培可正常出耳。但在通风不良条件下，耳片生长不良，甚至引起病虫害。

（5）酸碱度 大光木耳喜在中性环境中生长，最适pH为5～7，pH超过9，则菌丝生长缓慢，pH低于3，菌丝生长很弱。为防止培养料酸化，配料时一般应加入石灰调节酸碱度。

三 大光木耳高效栽培技术要点

目前大光木耳生产上主要采用袋栽方式，用棉籽壳、木屑、稻草等栽培，1kg干料可产鲜耳2kg，高产可达3～4kg。

1. 塑料袋栽培法

（1）栽培季节 为了得到更理想的栽培产量，可进行春、秋栽培，春栽在3月下旬制种，5月上中旬排场，5月下旬～7月采收；秋栽在6月下旬制种，8月上旬排场，8月中旬～10月中旬采收。

（2）培养料配方

1）棉籽壳83%，玉米粉15%，石灰1%，过磷酸钙1%。

2）甘蔗渣73.5%，麦麸15%，玉米粉8%，石膏1.5%，蔗糖1%，过磷酸钙1%。



3）杂木屑83%，麦麸10%，玉米粉5%，蔗糖1%，石膏1%。

4）玉米芯89%，麦麸5%，玉米粉5%，石膏1%。

（3）配料、装袋、灭菌　同第三章第二节黑木耳菌袋制作、灭菌。

（4）接种、培养　袋面打孔接种法，采用长袋栽培的在袋两侧打5个接种孔，孔径1.5cm，深2cm；短袋打3个接种孔，孔径1.5cm，深2cm，孔口贴胶布。若用套环封口，长袋须在两端接种，短袋在一端接种即可。

接种后，将耳袋置22～28℃，发菌室进行遮光培养。春季发菌如果遇高温，耳袋排列要加大间隙，加强通风散热，避免出现30℃以上的高温。经40～50天，菌丝在袋内长满。

（5）出耳管理　根据具体条件，选用以下方法之一进行出耳管理。

1）畦床出耳。此法适用于长袋栽培。菌丝满袋后增加光照强度以促进分化，再过4～5天即可排场。排场前，将出耳棚（或利用休闲棚）内打扫干净，畦面撒上石灰粉，铺一层干净的沙土，并在棚周围加遮阴物（或种上丝瓜等蔓生植物）。排场时，将耳袋放入0.1%高锰酸钾液中浸一下，取出后，用消毒过的小刀在袋壁开四排“V”字形或“一”字形出耳孔，每排6～8个，增加菌丝供氧量，以促进原基形成。然后将耳袋斜放在畦面支架上，用清水将畦面喷湿，加盖薄膜，提高小拱棚内相对湿度。约7天后，开孔处出现耳芽。逐步加大通风量和喷水量，再过10天，待耳片充分伸展即可采收。

2）吊袋出耳。此法适用于不同规格的耳袋栽培。按前述方法开孔后，吊挂在室内或耳棚内的多层床架上，也可将4～5个耳袋用尼龙绳穿挂在室（棚）内的横木或竹竿支架上，每天喷水3～5次，7天后，耳芽分化。

3）埋袋出耳。此法适用于短袋栽培。以林地为例，先在林地行间开深8cm、宽30～40cm的浅沟，沟底撒石灰粉，垫上细沙。然后将已解开袋口的耳袋放入沟内，袋间距8cm，中间用土填平，喷水至填土吸透，以后每天喷水2～3次，保持土壤湿润。约经7天，耳

芽分化。

2. 瓶栽方法

(1) 拌料装瓶 参考袋栽培养配方，选取一种，加水拌匀，含水量以手取料紧握无水滴，而指缝中有水痕为度，而后装入玻璃瓶内，分层压平实直至离瓶口 0.5cm 为度，中间捣一孔穴直至料底，揩净瓶口和瓶壁，瓶口覆扎一层牛皮纸和一层 0.0015cm 厚的聚乙烯薄膜。

(2) 灭菌接种 采用常规灭菌。料瓶冷却至常温后，在严格的无菌条件下，两个人面对面操作，一人用无菌铲将栽培种耙碎，并取一铲菌种，另一人快速将料瓶封口膜纸打开，前者将菌种撒播在整个料面上，再扎紧瓶口，如此逐瓶接完为止。

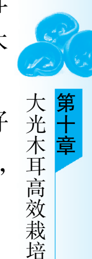
(3) 菌袋培养 将接种后的瓶子排放在培养室的层架上，控制温度 25～28℃、空气相对湿度 60% 以下进行菌袋培养。

(4) 出耳管理 菌丝长满瓶，气温稳定在 20℃ 以上时出耳。将瓶口纸去除，薄膜仍套上不扎死，移至阳台靠墙一边，堆叠至 1～1.2m 高（以不倒塌为度），在增加空气和散射光下，瓶口周围将出现原基凸起，并逐渐向瓶口中央蔓延，这时除去封口薄膜，每天喷水 3～4 次，保持耳芽湿润，约 1 周后，耳芽发育成长，开始开片。

3. 采收及加工

当耳基由宽变细，耳片由内卷转为舒展或略外翻时即可用手采摘，采大留小，除去杂质，若沾泥沙可用流水清洗干净。大光木耳一般丛生较多，清洗时应随手掰散，对于耳瓣肥大的应撕开如黑木耳大小，以便于烹调使用。

干制时，雨天可将木耳摊开通风失水，待有太阳再晒干，最好第一天晒至七八成干，第二天再晒至足够干。这样不但干燥度好，而且颜色较深暗，外观较好。





第十一章 病虫害诊断与防控

第一节 常见病害及防控

一 常见病害

1. 毛霉

毛霉是食用菌生产中一种普遍发生的病害，又称为黑霉病、黑面包霉病。

【为害情况及症状】 毛霉是一种好湿性真菌，在培养料上初期长出灰白色粗壮稀疏的气生菌丝，菌丝生长快，分解淀粉能力强（彩图23）。能很快占领料面并形成一交织稠密的菌丝垫，使培养料与空气隔绝，抑制食用菌菌丝生长。后期从菌丝垫上形成许多圆形灰褐色、黄褐色至褐色的小颗粒，即孢子囊及其所具颜色。

【形态特征】 毛霉的菌丝体在培养基内或培养基上能迅速蔓延，无假根和匍匐菌丝。菌落在PDA培养基上呈松絮状，初期白色，后期变为黄色有光泽或浅黄色至褐灰色。孢囊梗直接由菌丝体生出，一般单生，分枝或较小不分枝。分枝方式有总状分枝和假轴分枝两种类型。孢囊梗顶端膨大，形成一球形孢子囊，着生在侧枝上的孢子囊比较小。

【发病规律】

（1）侵染途径 毛霉广泛存在于土壤、空气、粪便、陈旧草堆及堆肥上，对环境的适应性强，生长迅速，产生的孢子数量多，空气中飘浮着大量毛霉孢子。在食用菌生产中，如果不注意无菌操作

及搞好环境卫生等技术环节，毛霉的孢子靠气流传播，是初侵染的主要途径。已发生的毛霉，新产生的孢子又可以靠气流或水滴等媒介再次传播侵染。

（2）发生条件 毛霉在潮湿条件下生长迅速，如果菌瓶或菌袋的棉塞受潮，或接种后培养室的湿度过高，均易受毛霉侵染。

【防治措施】 注意搞好环境卫生，保持培养室周围及栽培地清洁，及时处理废料。接种室、菇房要按规定清洁消毒；制种时操作人员必须保证灭菌彻底，袋装菌种在搬运等过程中要轻拿轻放，严防塑料袋破裂；经常检查，发现菌种受污染的应及时剔除，决不播种带病菌种；如果在菇床培养料上发生毛霉，可及时通风干燥，控制室温在20～22℃，待抑制后再恢复常规管理；适当提高pH，在拌料时加1%～3%的生石灰或喷2%的石灰水可抑制毛霉生长。药剂拌料，用干料重量0.1%的甲基托布津拌料，预防效果较好。

2. 根霉

根霉隶属接合菌亚门、根霉属，是食用菌菌种生产和栽培中常见的杂菌。

【为害情况及症状】 根霉由于没有气生菌丝，其扩散速度较毛霉慢。培养基受根霉侵染后，初期在表面出现匍匐菌丝向四周蔓延，匍匐菌丝每隔一定距离，长出与基质接触的假根，通过假根从基质中吸收营养物质和水分（彩图24）。后期在培养料表面0.1～0.2cm高处形成许多圆球形、颗粒状的孢子囊，颜色由开始时的灰白色或黄白色，至成熟后转为黑色，整个菌落外观犹如一片林立的大头针，这是根霉污染最明显的症状。

【形态特征】 菌落初期白色，老熟后灰褐色或黑色。匍匐菌丝弧形、无色，向四周蔓延。由匍匐菌丝与培养基接触处长出假根，假根非常发达，多枝、褐色。在假根处向上长出孢囊梗，直立，每丛有2～4条成束，较少单生或5～7条成束，不分枝，暗灰色或暗褐色，长500～3500μm。顶端形成孢子囊，孢子囊球形或近球形，初期黄白色，成熟后黑色。孢囊孢子球形、卵形，有棱角或线状条纹。

【发病规律】

（1）侵染途径 根霉适应性强，分布广，在自然界中生活于土



壤、动物粪便及各种有机物上，孢子靠气流传播。

（2）发生条件 根霉与毛霉同属好湿性真菌，生长特性相近，其菌丝分解淀粉的能力强，在20～25℃的湿润环境中，经3～5天便可完成一个生活周期。培养基中麦麸、米糠用量大，灭菌不彻底，接种粗放，培养环境潮湿，通风差，栽培场地和培养料未严格消毒、灭菌等，均易导致根霉污染蔓延。

【防治措施】 选择合适的栽培场地，远离牲畜粪等含有机物的物质；加强栽培管理，适时通风透气，保持适当的温湿度，清理周围废弃物，减少病源；选用新鲜、干燥、无霉变的原料作培养料，在拌料时麦麸和米糠的用量控制在10%以内。

3. 曲霉

曲霉在自然界中分布广泛，种类繁多，有黑曲霉、黄曲霉、烟曲霉、亮白曲霉、棒曲霉、杂色曲霉、土曲霉等，是食用菌生产中经常发生的一种病害，其中以黑曲霉、黄曲霉发生最为普遍。

【为害情况及症状】 曲霉不同的种，在培养基中形成不同颜色的菌落，黑曲霉菌落呈黑色；黄曲霉菌落呈黄色至黄绿色（彩图25）；烟曲霉菌落呈蓝绿色至烟绿色；亮白曲霉菌落呈乳白色；棒曲霉菌落呈蓝绿色；杂色曲霉菌落呈浅绿、浅红至浅黄色（彩图26）。大部分呈浅绿色类似青霉属。曲霉除污染培养基外，还常出现在瓶（袋）口内侧壁上及封口材料上。曲霉污染时除了吸取培养料养分外，还能隔绝氧气，分泌有机酸和毒素，对菌丝有一定的拮抗和抑制作用。

【形态特征】 曲霉菌丝比毛霉短而粗，绒状，具分隔、分枝，扩展速度慢；分生孢子串生，似链状；分生孢子头由顶囊、瓶梗、梗基和分生孢子链构成，具有不同形状和颜色，如球形、放射形和黑色、黄色等。

【发病规律】

（1）侵染途径 曲霉广泛存在于土壤、空气及腐败有机物上，分生孢子靠气流传播，是侵染的主要途径。

（2）发生条件 曲霉主要利用淀粉，凡谷粒培养基或培养基含淀粉较多的容易发生；曲霉又具有分解纤维素的能力，因此木制特

别是竹制的床架，在湿度大、通风不良的情况也极易发生；适于曲霉生长的酸碱度近中性，凡 pH 近中性的培养料也容易发生。

【提示】培养基配制时，使用发霉变质的麸皮、米糠等作辅料，基质含水量较低或湿料夹干料，灭菌不彻底，接种未能无菌操作，封口材料松，气温高，通风不良等，都能引发曲霉污染。

【防治措施】防止菌袋在灭菌过程中棉塞受潮，一旦发生，要在接种箱（接种车间）内及时更换经过灭菌的干燥棉塞；接种时要严格检查菌袋上的棉塞是否长有曲霉，如果有感染症状的，必须立即废弃；培养室要用强力气雾消毒剂进行严格的消毒处理，当菌袋移入培养室后，应阻止无关人员随便出入。

4. 青霉

青霉是食用菌生产中常见的一种污染性杂菌，危害较普遍的种有圆弧青霉、产黄青霉、绳状青霉、产紫青霉、指状青霉、软毛青霉等。在分类学上属半知菌亚门、丝孢纲、丝孢目、丝孢科、青霉属。

【为害情况及症状】青霉发生初期，污染部位有白色或黄白色的绒毯状菌落出现，1～2 天后便逐渐变为浅绿色或浅蓝色的粉状霉层，霉层外圈白色，扩展较慢，有一定的局限性，老的菌落表面常交织成一层膜状物，覆盖在培养料面，使之与空气隔绝，并能分泌毒素，使食用菌菌丝体致死（彩图 27）。在生产过程中，发生严重时，可使菌袋腐败报废。

【形态特征】青霉菌丝无色，具隔膜，菌丝初呈白色，大部分深入培养料内，气生菌丝少，呈绒毯状或絮状；分生孢子梗先端呈扫帚状分枝，分生孢子大量堆积时呈青绿色、黄绿色或蓝绿色粉状霉层。

【发病规律】

（1）侵染途径 青霉分布范围广，多为腐生或弱性寄生，存在多种有机物上，产生的分生孢子数量多，通过气流传入培养料是初次侵染的主要途径。致病后产生新的分生孢子，可通过人工喷水、



气流、昆虫传播，是再侵染的途径。

（2）发生条件 在28～30℃下，最容易发生；培养基含水量偏低、培养料呈酸性、菌丝生长势弱等，均有利于青霉的生长。

【防治措施】 认真做好接种室、培养室及生产场所的消毒灭菌工作，保持环境清洁卫生，加强通风换气，防止病害蔓延；调节培养料适当的酸碱度，培养料可选用1%～2%的石灰水调节至微碱性。采菇后喷洒石灰水，刺激食用菌菌丝生长，抑制青霉菌发生；局部发生此病时，可用5%～10%的石灰水涂擦或在患处撒石灰粉，也可先将其挖除，再喷3%～5%的硫酸铜溶液杀死病菌。

5. 木霉

木霉在自然界中分布广，寄主多，因此是食用菌生产中的主要病害。常见的种有绿色木霉、康氏木霉，在分类学上属半知菌亚门、丝孢纲、丝孢目、丝孢科、木霉属。

【为害情况及症状】 培养料受侵染后，初期菌丝白色、纤细、致密，形成无固定形状的菌落。后期从菌落中心到边缘逐渐产生分生孢子，使菌落由浅绿色变成深绿色的霉层（彩图28）。菌落扩展很快，特别在高温潮湿条件下，几天内整个料面几乎被木霉菌落所布满。

【形态特征】 木霉菌丝纤细、无色、多分枝、具隔膜，初为疏松棉絮状或致密丛束状，后扁平紧实，白色至灰白色；分生孢子多为球形、椭圆形、卵形或长圆形，孢壁具明显的小疣状凸起，大量形成时为白色粉状霉层，然后霉层中央变成浅绿色，边缘仍为白色，最后全部变为浅绿色至暗绿色。

【发病规律】

（1）侵染途径 分生孢子通过气流、水滴、昆虫等媒介传播至寄主。带菌工具和场所是主要的初侵染源。木霉侵染寄主后，即分泌毒素破坏寄主的细胞质，并把寄主的菌丝缠绕起来或直接把菌丝切断，使寄主很快死亡。已发病所产生的分生孢子，可以多次重复再侵染，尤其是在高温潮湿条件下，再次侵染更为频繁。

（2）发生条件 食用菌生产的培养料主要是木屑、棉籽壳等，如果灭菌不彻底极易受木霉侵染。木霉孢子在15～30℃下萌发率最

高，菌丝体在4~42℃范围内都能生长，而以25~30℃生长最快。木霉分生孢子在空气相对湿度为95%的高湿条件下，萌发良好，但由于适应性强，在干燥的环境中，仍能生长。木霉喜欢在微酸性的条件下生长，特别是pH在4~5之间生长最好。

【防治措施】 保持制种和栽培房的清洁干净，适当降低培养料和培养室的空间相对湿度，栽培房要经常通风；杜绝菌源上的木霉，接种前要将菌种袋（瓶）外围彻底消毒，并要确保种内无杂菌，保证菌种的活力与纯度；选用厚袋和密封性强的袋子装料，灭菌彻底，接种箱、接种室空气灭菌彻底，操作人员保持卫生，操作速度要快，封口要牢，从多环节上控制木霉侵入；发菌时调控好温度，恒温、适温发菌，缩短发菌时间，也能明显地减少木霉侵害；对老菌种房、老菇房内培养的菌袋，可用药剂拌料如多菌灵、菇丰都可使用，用量为1000倍，可有效地减少木霉菌侵入危害。

6. 链孢霉

链孢霉是食用菌生产常见的杂菌，高温下其危害性有时比木霉更为严重。在分类学上属子囊菌亚门、粪壳霉目、粪壳霉科。

【为害情况及症状】 链孢霉常发生在6~9月，是一种顽强、速生的气生菌，培养料受其污染后，即在料面迅速形成橙红色或粉红色的霉层（分生孢子堆）（彩图29）。霉层如果在塑料袋内，可通过某些孔隙迅速布满袋外，在潮湿的棉塞上，霉层厚可达1cm。在高温高湿条件下，能在1~2天内传遍整个培养室。培养料一经污染很难彻底清除，常引起整批菌种或菌袋报废，经济损失很大。

【形态特征】 链孢霉菌丝白色或灰白色，具隔膜，疏松，网状；分生孢子梗直接从菌丝上长出，与菌丝相似；分生孢子串生成长链状，单个无色，成串时粉红色，大量分生孢子堆积成团时，为橙红色至红色，老熟后，分生孢子团干散蓬松呈粉状。

【发病规律】

（1）侵染途径 培养室环境不卫生、培养料高压灭菌不彻底、棉塞受潮过松、菌袋破漏是链孢霉初侵染的主要途径。培养料一旦受侵染后，所产生新的分生孢子是再侵染的主要来源。

（2）发生条件 链孢霉在25~36℃生长最快，孢子在15~30℃



萌发率最高。培养料含水量在53%~67%条件下链孢霉生长迅速，特别是棉塞受潮时，能透过棉塞迅速伸入瓶内，并在棉塞上形成厚厚粉红色的霉层。链孢霉在pH为5~7.5条件下生长最快。

【防治措施】 对链孢霉主要采取预防措施，即消灭或切断链孢霉菌的初侵染源。菌袋发菌初期受侵染，已出现橘红色斑块时，首先要对空气和环境强力杀菌，控制好污染源，再向染菌部位或在分生孢子团上滴上煤油、柴油等，即可控制蔓延。在袋口、颈圈、垫架子的纸上污染的，去掉污染颈圈、纸放入500倍甲醛液中，并用0.1%碘液或0.1%克霉灵溶液，洗净袋口换上经消毒的颈圈、纸，继续发菌；棚内地面上、棚内膜及其他菌袋上应及时喷上石灰水和0.1%的克霉灵，杀灭棚内空气中的孢子，并在棚内造成碱性条件，抑制链孢霉传播扩散。

【注意】 瓶外、袋外已形成橘红色块状孢子团的，切勿用喷雾器直接对其喷药，以免孢子飞散而污染其他菌种瓶或菌袋。发生红色链孢霉污染的菌室，也不要使用换气扇。

7. 链格孢霉

链格孢霉又名交链孢霉，是食用菌生产中常见的一种污染菌。由于在培养基上生长时，菌落呈黑色或黑绿色的绒毛状，俗称黑霉菌。在分类学上属半知菌亚门、丝孢纲、丝孢目、暗孢科、链格孢属。

【为害情况及症状】 菌落呈黑色或黑绿色的绒状或带粉状。灰黑至黑色的菌丝体生长迅速而多，发生初期出现黑色斑点，不久即扩散且以压倒的优势侵染菌丝体。它与黑曲霉的菌落都是黑色，但链格孢霉的菌落呈绒状或粉状，而黑曲霉的菌落呈颗粒状，粗糙、稀疏。受污染后的培养料变黑色腐烂，菌丝不能生长。

【形态特征】 该菌在PDA培养基上生长时，菌落均黑色，菌丝绒状生长，分生孢子梗暗色，单枝，长短不一，顶生不分枝或偶尔分枝的孢子链，分生孢子暗色，有纵横膈膜，倒棍形、椭圆形或卵形，常形成链，单生的较少，顶端有喙状的附属丝。

【发病规律】

(1) 侵染途径 链格孢霉在自然界分布广，大量存在于空气、

土壤、腐烂果实及作为培养料的秸秆、麸皮等有机物上，其孢子可通过空气传播。因此，灭菌不彻底，无菌接种不严格等都是造成污染的原因。

（2）发生条件 此菌要求高湿和稍低的温度，因此，在气候温暖地区的晚夏和秋季以及培养料含水量高和湿度大的条件下容易发生。

【防治措施】 参见根霉和链孢霉的防治。

【注意】 发现污染及时清除，或将污染菌袋浸泡于5%的石灰水中使其菌丝受到碱性抑制，千万不要胡乱丢弃，以防形成新的感染源。

8. 酵母菌

酵母菌为菌种分离培养、食用菌生产中常见的污染菌。危害食用菌的属有隐球酵母和红酵母两种，在分类上属半知菌亚门、芽孢纲、隐球酵母目、隐球酵母科。

【为害情况及症状】 菌瓶（袋）受酵母菌污染后，引起培养料发酵，发黏变质，散发出酒酸气味，菌丝不能生长。试管母种被隐球酵母菌污染后，在培养基表面形成乳白色至褐色的黏液团（彩图30）；受红酵母侵染后，在试管斜面形成红色、粉红色、橙色、黄色的黏稠菌落。均不产生绒状或棉絮状的气生菌丝。

【形态特征】 酵母菌菌落在外观上与细菌菌落较为相似，但远大于细菌菌落，且菌落较厚，大多数呈乳白色，少数呈粉红色或乳黄色。酵母菌除极少数种类以裂殖方式繁殖外，大多数是以芽殖方式进行的，呈圆形、椭圆形或腊肠形等，其形态的不同往往与培养条件改变有关。



【发病规律】 酵母菌在自然界分布广泛，到处都有，大多腐生在植物残体、空气、水及有机质中。在食用菌生产中，初次侵染是由空气传播孢子；再次侵染是通过接种工具（消毒不彻底）传播。培养基含水量大、透气性能差、发菌期通风差等，均有利于酵母菌侵害。

【防治措施】 控制培养料适宜的含水量，防止含水量过高；培



养基灭菌要彻底，接种工具要进行彻底消毒，接种时要严格按无菌操作规程进行；选用质量优良、纯正、无污染的菌种；加强管理，保持环境清洁卫生，培养室内防止温度过高。

9. 细菌

细菌是一类单细胞原核生物，隶属裂殖菌门、裂殖菌纲。其分布广、繁殖快，常造成食用菌的严重污染。危害食用菌的细菌大多数为芽胞杆菌属和假单胞杆菌属中的种类。

【为害情况及症状】 细菌在食用菌生产中发生普遍，危害也相当严重。试管母种受细菌污染后，在接种点周围产生白色、无色或黄色黏状液（彩图 31），其形态特征与酵母菌的菌落相似，只是受细菌污染的培养基能发出恶臭气味，食用菌菌丝生长不良或不能扩展。液体菌种被细菌污染后，不能形成菌丝球。

【形态特征】 细菌的个体形态有杆状、球状或弧状。芽胞杆菌属的细菌呈杆状或圆柱状，大小为（1～5）μm×(0.2～1.2)μm，当做成水装片时，经特殊染色，可观察到鞭毛。当环境不良时，能在体内形成一个圆形或椭圆形的芽孢。芽孢外披厚壁，抗逆性强，尤其是对高温有非常强的忍耐力，一般在100℃下3h仍不丧失生活力，革兰氏染色呈阳性。假单胞杆菌属的细菌，细胞性状差异很大，通常呈杆状或球形，大小为（0.4～0.5）μm×(1.0～1.7)μm，典型的细胞在一端或两端具有1条或多条鞭毛，形成白色菌落，有的种能产生荧光色素或其他色素，革兰氏染色呈阴性反应。

【发病规律】

（1）侵染途径 细菌广泛存在于土壤、空气、水和各种有机物中，初次侵染通过水、空气传播，再次侵染通过喷水、昆虫、工具等传播。

（2）发生条件 细菌适于生活在中性、微碱性以及高温高湿环境中。培养基或培养料的pH呈中性或弱碱性反应，含水量或料温偏高，都有利于细菌的发生和生长。此外，在生产过程中，培养基灭菌不彻底，环境不清洁卫生，无菌操作不严格等，也易引起细菌污染。

【防治措施】 培养基、培养料及玻璃器皿灭菌要彻底；培养料

要选用优质无霉变的原料；接种要严格按无菌操作规程进行。

10. 放线菌

引起食用菌污染的放线菌有链霉属的白色链霉菌、湿链霉菌、面粉状链霉菌及诺卡氏菌属的诺卡氏菌。在分类上属厚壁菌门、放线菌纲、放线菌目、链霉菌科和诺卡氏菌科。

【为害情况及症状】 放线菌对食用菌不是大批污染，而是个别菌种瓶出现不正常症状，发生时在瓶壁上出现白色粉状斑点，常被认为是石膏的粉斑；或出现白色纤细的菌丝，也容易与接种的菌丝相混淆，其区别是被放线菌污染后出现的白色菌丝，有的会大量吐水；有的会形成干燥发亮的膜状组织（彩图 32）；有的会交织产生类似子实体的结构，多数种会产生土腥味。

【形态特征】 放线菌是单细胞的菌丝体，菌丝分营养菌丝和气生菌丝两种。不同的种其形态也有差别：在琼脂培养基上白色链霉菌气生菌丝白色，基内菌丝基本无色，孢子丝螺旋状。湿链霉菌孢子成熟后，孢子丝有自溶特性，俗称“吸水”，孢子丝螺旋状。面粉状链霉菌气生菌丝白色。诺卡氏菌不产生大量菌丝体，基内菌丝断裂成杆状或球状小体，表面多皱，呈粉质状。

【发病规律】 放线菌在自然界广泛存在，主要分布在土壤中，尤其是在中性、碱性或含有机质丰富的土壤中最多。此外，在稻草、粪肥等中也都有分布。初次侵染是通过空气传播孢子，再次侵染是通过做培养料的原材料。

【防治措施】 选用优质菌种，注意环境卫生，严格无菌操作，防止孢子进入接种室（箱）。

二 常见病害的防控

耳类食用菌栽培的杂菌污染源主要有培养料带菌（灭菌不彻底）、菌种带菌、接种工具带菌、接种操作外界杂菌侵入和培养期间的外界杂菌侵入等。

1）选用洁净、新鲜、无霉变的原料，并彻底灭菌。这是预防杂菌污染的第一道防线。

2）认真挑选菌种，杜绝菌种带杂菌。

3）科学配料，控制水分和 pH，创造不利于杂菌侵染的基质条



件。经验表明，料中麦麸多或加入糖后，杂菌污染率较高；当用豆粉或饼肥粉代替部分麦麸，并无糖时，杂菌污染率可明显降低；含水量偏高时，杂菌污染发生多，含水量偏低时，杂菌污染发生少。

4）严格接种，严把无菌操作关。

5）创造适宜的培养条件，促进菌丝快速、健壮生长，要注意场所洁净、干燥，以减少外界杂菌的侵染。

第二节　常见虫害及防控

耳类食用菌生产中常见害虫有螨类、菇蚊、瘿蚊等。

一　螨类

螨类又名菌虱、红蜘蛛，属节肢动物门蜱螨目。螨类在食用菌生产中常见的种类有速生薄口螨、根螨、腐食酪螨和嗜菌跗线螨等。这些螨类体积小，肉眼不易发现，大量繁殖时很多个体堆积在一起呈咖啡色粉状堆物。螨类可以通过棉塞侵入到菌瓶（袋）中，取食菌丝体，所以培养时如果发现有退菌现象，可能是由螨类造成的。

【形态识别】　螨类形似蜘蛛，圆形或卵形，体长0.2～0.7mm，肉眼不易看清。它与昆虫的主要区别是：无翅、无触角、无复眼、足4对，身体不分节，体表密布长而分叉的刚毛，体色多样，有黄褐色、白色、肉色等，口器分为咀嚼式和刺吸式两种（彩图33）。

【发生规律】　螨类多为两性卵生生殖。雌、雄螨发育阶段有别：雌螨一生经过卵、幼螨、第一若螨、第二若螨至成螨等发育阶段；雄螨则无第二若螨期。幼螨足为3对，若螨期以后有足4对。螨类喜栖温暖、潮湿的环境，发育、繁殖的适温为18～30℃，在湿度大的环境中，繁殖速度快，一年少则2～3代，多则高达20～30代。当生活条件不适或食料缺乏时，有些螨类还能改变成休眠体在不良环境中生存几个月或更长时间，一遇适宜环境，便蜕皮变成若螨，再发育为成螨。

【侵入途径与为害症状】　螨类主要潜藏在厩肥、饼粉、培养料内，粮食、饲料等谷物仓库，以及禽舍畜圈、腐殖质丰富等环境卫生差的场所。螨类可随气流飘移，也能借助昆虫、培养料、覆土材

料、生产用具和管理人员的衣着等为媒介扩散，侵入食用菌菌丝及子实体。

螨类侵入为害时，会使接种块难于萌发或萌发后菌丝稀疏暗淡，受害重的会因菌丝萎缩而报废。

【防治措施】

1）把好菌种质量关，保证菌种不带害螨。

2）搞好菇房卫生，菇房要与粮食、饲料、肥料仓库保持一定距离。

3）可将敌杀死加石灰粉混合后装在纱袋中，抖撒在菇房四周，对害螨防效较好。

4）将蘸有40%～50%敌敌畏的棉团，放在菇床下，每隔67～83cm放置3处，呈"品"字形排列，并在菇床培养料上盖一张塑料薄膜或湿纱布。害螨嗅到药味，迅速从料内钻出，爬至塑料薄膜或湿纱布上，然后取下集满害螨的薄膜或纱布，放在热水中将害螨烫死。

二 菇蚊

【形态识别】 成虫体黑色，体长2～4mm；复眼大，1对，黑色，顶部尖；触角丝状（虚线状），16节（彩图34）。卵椭圆形，初期为浅黄绿色，孵化前无色透明。幼虫蛆状，无足；初孵幼虫为白色，体长0.76mm左右（彩图35），老熟幼虫为乳白色，体长5.5mm左右，体分12节；幼虫头部黑色，有一较硬（骨质化）的头壳，大而突出，咀嚼式口器，发达。蛹黄褐色，腹节8节，每节有1对气门（彩图36）。

【发生规律】 菇蚊在一年内发生多代，在15℃下，繁殖一代为33天；在25℃下，繁殖一代为21天；在30℃下，繁殖一代为9天。成虫活跃善飞，一般在10℃以上开始活动，当气温达16℃以上时，成虫大量繁殖。全年成虫盛发期是秋季9～11月和春季3～5月。15～21℃的中温条件对成虫发生有利，一年之中成虫活动最盛的是秋季，而雌成虫比例最高时则在春季，低温下繁殖的成虫体大，产卵量多，在16℃左右时，产卵量最高。

成虫在有光的培养室中活动频繁，其迁入量是黑暗条件下迁入



量的数十倍或上百倍，培养室内如果有发黄衰老的食用菌菌袋、腐烂的培养料对成虫都有很强的引诱力，而成虫对糖、醋、酒混合液则表现出一定的忌避性。在18～24℃时，成虫期2～4天，成虫交尾后产卵于菌床表面的培养料上或覆土缝中，在环境相对湿度为85%以上时，卵期为5～6天。幼虫寄生、腐生能力强，活动范围大，具有喜湿性、趋糖性、避光性和群集性等习性。在15～28℃条件下，生长发育好，活动能力强，10℃以下，幼虫停食不活动。菇蚊的各种形态都能越冬，但以老熟幼虫休眠越冬为主，且越冬死亡率较低。

【侵入途径与为害症状】 菇蚊的卵、幼虫、蛹主要随培养料侵入，成虫则直接飞入培养场所产卵繁殖。

成虫虽然对生产不直接造成危害，但能携带病原菌。幼虫若较早地随培养料侵入，则以取食培养料和菌丝为主，从而影响菌种定植蔓延，造成发菌困难。轻度危害时，因虫体小，隐蔽性较大，往往不易发现。严重时菌丝被吃尽，培养料变松、下陷，呈碎渣状。

【防治措施】

1）合理选用栽培季节与场地。选择不利于菇蚊生活的季节和场地栽培。在菇蚊多发地区，把出菇期与菇蚊的活动盛期错开，同时选择清洁干燥、向阳的栽培场所。

2）多品种轮作，切断菇蚊食源。在菇蚊高发期的10～12月和3～6月，选用菇蚊不喜欢取食的菇类栽培出菇，如选用香菇、鲍鱼菇、猴头菇等栽培，用此方法栽培两个季节，可使该区内的虫源减少或消失。

3）重视培养料的前处理工作，减少发菌期菌蚊繁殖量。对于生料栽培的蘑菇、平菇等易感菇蚊的品种，应对培养料和覆土进行药剂处理，做到无虫发菌，少虫出菇，轻打农药或不打农药。

4）药剂控制，对症下药。在出菇期密切观察料中虫害发生动态，当发现袋口或料面有少量菇蚊成虫活动时，结合出菇情况及时用药，消灭外来虫源或菇房内始发虫源，则能消除整个季节的多种蚊虫害。在喷药前将能采摘的菇体全部采收，并停止浇水1天。如遇成虫羽化期，要多次用药，直到羽化期结束，选择击倒力强的药剂，如菇净、锐劲特等低毒农药，用量为500～1000倍液，整个菇

场要喷透、喷匀。

三 瘿蚊

瘿蚊又名瘿蝇、小红虫、红蛆等，是严重危害食用菌的害虫，属节肢动物门双翅目，常见的种类有嗜菇瘿蚊（*Mycophila fungicola*）、施氏嗜菌蚊（*M. speyeri*）和异足瘿蚊（*Heteropeza pygmaea*）。

【形态识别】 成虫头尖体小，头和胸黑色，腹部和足为浅黄色，体长不超过2.5mm，复眼大而突出，触角念珠状，16～18节，每节周围环生放射状细毛（彩图37）。卵长椭圆形，初乳白色，后变浅黄色。幼虫蛆状，无足，长条形或纺锤形；初孵幼虫白色，体长0.25～0.3mm，老熟幼虫橘红色或浅黄色，体长2.3～2.5mm，体分13节；头尖，不骨质化，口器很不发达，化蛹前中胸腹面有一弹跳器官——“胸叉”（彩图38）。蛹半透明，头顶有2根刚毛，后端腹部橘红色或浅黄色（彩图39）。

【发生规律】 瘿蚊一年发生多代。成虫喜黑暗阴湿的环境，对灯光的趋性不强，羽化时间多在午后4：00～6：00，羽化2～3h后便交尾产卵；在18～22℃，相对湿度为75%～80%的条件下，卵期为4天左右；孵化后幼虫经10～16天生长发育，钻入培养料内或土壤缝隙中化蛹；蛹期6～7天；有性生殖一代周期需29～31天。

瘿蚊繁殖能力极强，除正常的两性生殖（即卵生）之外，常见的幼虫大多是经幼体生殖（又叫童体生殖）繁殖而来。幼体生殖似同胎生，即直接由成熟幼虫（母蛆）体内孕育出次代幼虫（子蛆）。这种特殊的繁殖方式，在没有成虫交尾产卵繁殖的情况下，可使幼虫数量在短期内成倍递增，是瘿蚊幼虫突然暴发危害的重要原因。通常1条成熟幼虫可胎生7～28条子幼虫。子幼虫较卵生幼虫大，经10天左右生长发育，又能孕育一代。

瘿蚊抵抗不良环境的能力强，能耐低温和较高的温度，不怕水湿。在8～37℃，培养料含水量为70%～80%、食料充足的条件下，其幼体生殖可连续进行。当温度高于37℃或低于7℃，或培养料含水量降至64%以下时，幼虫繁殖受阻。培养料干燥时，小幼虫多数停食后死亡，成熟幼虫则弹跳转移，部分化蛹经羽化为成虫后再迁飞活动，另一部分则以休眠体状态藏匿在土缝中或废弃的培养料内，



以抵御干旱和缺食，其生存期可达9个月，待环境条件适宜时，能再度恢复虫体，繁殖危害。幼虫不耐高温，50℃时便死亡。

【侵入途径与为害症状】 瘿蚊成虫可直接飞入防范不严的培养室，其卵、蛹、幼虫及其休眠体主要通过培养料带入。成虫不直接危害，但能成为病原菌、螨类等病虫的传播媒介。

瘿蚊以幼虫危害为主，其个体小，肉眼较难看清，当幼虫大量繁殖群聚抱成球状，或成团成堆，呈橘红色番茄酱样出现在培养料上时，才很明显。幼龄幼虫主要取食菌丝，取食时先用头部去捣烂菌丝，再食其汁液，受害菌丝断裂衰退后，变色或腐烂。

【防治措施】

1）生产场地必须选择地势干燥、近水源且清洁之处。

2）要及时清除废料及脏物、腐败物；生产场地应定期喷洒消毒杀虫剂，如敌敌畏等。出菇房安装纱门纱窗，配合使用黄色粘蝇板可以有效阻挡虫源入内，要设法控制外界成虫进入菇场。

3）菌袋接种后封口宜用套环封口。封口纸应用双层报纸，搬运过程中应防止封口纸脱落，并注意轻拿轻放以免袋破口，如果发现菌袋有破口或刺孔应立即用粘胶带贴住，以免害虫在破口处产卵危害。

4）控制菇房温湿度。切实做好菇房的通风透气，调节食用菌生长适宜的温度和湿度，预防房内温度升高、湿度偏大。

5）药剂防治。在虫害发生时用甲醛、敌敌畏1∶1混合液10mL/m^3熏蒸，或用50%辛硫磷乳剂1∶(800～1000）倍液喷雾。

四 线虫

【为害情况】 为害耳类食用菌的线虫有多种，其中滑刃线虫以刺吸菌丝体造成菌丝衰败，垫刃线虫在培养料中较少，但在覆土层中较普遍。蘑菇受线虫侵害后，菌丝体变得稀疏，培养料下沉、变黑，发黏发臭，菌丝消失而不出菇，幼菇受害后萎缩死亡。香菇脱袋后在转色期间受害，菌筒产生“退菌”现象，最后菌筒松散而报废。银耳受害后造成鼻涕状腐烂。

线虫数量庞大，每克培养料的密度可达200条以上，其排泄物是多种腐生细菌的营养。这样使得被线虫危害过的基质腐烂，散发

出一种腥臭味。由于虫体微小，肉眼无法观察到，常误认为是杂菌危害或高温烧菌所致。减产程度取决于线虫最初侵染的时间和程度，如果发生早、线虫数量多，则足以毁掉全部菌丝，使栽培完全失败。而后，细菌的作用使受侵染的培养料发黑而又潮湿。但在接近出菇末期的后期侵染，只会造成少量减产，而菇农可能不会引起注意。

【形态分类】

线虫白色透明、圆筒形或线形（彩图40），是营寄生或腐生生活的一类微小的低等动物，属无脊椎的线形动物门，线虫纲。国内已报道的有15种，其中常见的有6种，尤以居肥滑刃线虫、噬菌丝茎线虫与菌丝腐败拟滑刃线虫危害为重。

【侵染途径】

线虫在潮湿透气的土壤、厩肥、秸秆、污水里随处可见，其生存能力强，能借助多种媒介和不同途径进入菇房。一条成熟的雌虫能产卵1500～3000粒，数周内增殖10万倍。低温下线虫不活泼或不活动，当干旱或环境不利时，呈假死状态，休眠潜伏几年。线虫不耐高温，45℃下经5min，即死亡。

【防治措施】

1）适当降低培养料内的水分和栽培场所的空气相对湿度，恶化线虫的生活环境，减少线虫的繁殖量，也是减少线虫危害的有效方法。

2）强化培养料和覆土材料的处理。尽量采用二次发酵，利用高温进一步杀死料土中的线虫。

3）使用清洁水浇菇。流动的河水、井水较为干净，而池塘死水含有大量的虫卵，常导致线虫泛滥危害。

4）药剂防治。菇净或阿维菌素中含有杀线虫的有效成分，按1000倍液喷施能有效地杀死料中和菇体上的线虫。

第三节　病虫害的综合防治

耳类食用菌发生病虫害后，即使能及时采取措施加以控制，也已不同程度地影响了产量和品质，还要多费工时，增加成本，效果





也不会理想。所以，一开始采取各种措施加以预防，可以收到事半功倍、一劳永逸的效果。另外，耳类食用菌病虫害的防治措施，都有其局限性，单独采取一种防治方法，难以有效地解决病虫害危害问题，需要根据具体情况采用几种措施互相补充和协调。因此，耳类食用菌病虫害的防治工作与农作物病虫害防治一样，也应遵循“预防为主，综合防治”的方针。综合防治就是要把农业防治、物理防治、化学防治、生物防治等多种有效可行的防治措施配合应用，组成一个有计划的、全面的、有效的防治体系，将病虫害控制在最小的范围内和最低的水平下。基本的综合防治措施如下：

一 生产环境卫生综合治理

耳类食用菌生产场所的选择和设计要科学合理，耳棚应远离仓库、饲养场等污染源和虫源；栽培场所内外环境要保持卫生，无杂草和各种废物。培养室和出耳场所要在门窗处安装纱网，防止菇蝇飞入。操作人员进入耳房尤其从染病区进入非病区时，要更换工作服和用来苏儿洗手。耳房进口处最好设一有漂白粉的消毒池，进入时要先消毒。耳场在日常管理中如果有污染物出现，要及时科学处理等。

二 生态防治

环境条件适宜程度是耳类食用菌病虫害发生的重要诱导因素。当栽培环境不适宜某种耳类食用菌生长时，便导致其生命力减弱，给病虫害的入侵创造了机会，如耳类流耳是由菌丝体或子实体生命力衰弱而致。因此，栽培者要根据具体品种的生物学特性，选好栽培季节，做好菇事安排，在菌丝体及子实体生长的各个阶段，努力创造其最佳的生长条件与环境，在栽培管理中采用符合其生理特性的方法，促进健壮生长，提高抵抗病虫害的能力。此外，选用抗逆性强、生命力旺盛、栽培性状及温型符合意愿的品种；使用优质、适龄菌种；选用合理栽培配方；改善栽培场所环境，创造有利于耳类食用菌生长而不利于病虫害发生的环境，都是有效的生态防治措施。

三 物理防治

利用不同病虫害各自的生物学特性和生活习性，采用物理的、非化学（农药）的防治措施，是一项比较安全有效和使用广泛的方法。如利用某些害虫的趋光性，在夜间用灯光诱杀；利用某些害虫对某些食物、气味的特殊嗜好，可进行毒饵诱杀；链孢霉在高温高湿的环境下易发生，把栽培环境相对湿度控制在70%、温度在20℃以下，链孢霉就迅速受到抑制，而耳类食用菌的生长几乎不受影响。在生产中用得比较多的有：热力灭菌（蒸汽、干热、火焰、巴氏）、辐射灭菌（日光灯、紫外线灯）、过滤灭菌；设障阻隔，防止病虫的侵入和传播；出耳阶段用日光灯、黑光灯、电子杀虫灯、诱虫粘板诱杀，消灭具有趋光性的害虫；日光曝晒覆土材料、耳房内的床架，以及生料培养料等，经过曝晒起到消毒灭虫作用，如储藏的陈旧培养料在栽培之前在强日光下曝晒1～2天，可杀死杂菌营养体和害虫及卵，然后再利用高压蒸汽灭菌，基本上将料中杂菌和害虫杀死。人工捕捉害虫或切除病患处；此外，防虫网、臭氧发生器等都是常用的物理方法。

四 生物防治

利用某些有益生物，杀死或抑制害虫或病菌，从而保护耳类食用菌正常生长的一种防治方法，即“以虫治虫、以菌治虫、以菌治菌”等。其优点是，有益生物对防治对象有很高的选择性，对人、畜安全，不污染环境，无副作用，能较长时间地抑制病虫害。生物防治的主要作用类型有以下几种：

（1）捕食作用 有些动物或昆虫以某种害虫为食物，通常将前者称作后者的天敌。如蜘蛛捕食菇蚊、蝇，捕食螨是一种线虫的天敌等。

（2）寄生作用 寄生是指一种生物以另一种生物（寄主）为食物来源，它能破坏寄主组织，并从中吸收养分。如苏云金芽胞杆菌和环形芽胞杆菌对蚊类有较高的致病能力，其作用相当于胃毒化学杀虫剂。目前，常见的细菌农药有苏云金杆菌（防治螨类、瘿蚊、线虫）、青虫菌等；真菌农药有白僵菌、绿僵菌等。



（3）拮抗作用　由于不同微生物间的相互制约、彼此抵抗而出现微生物间相互抑制生长繁殖的现象，称作拮抗作用。在耳类食用菌生产中，选用抗霉力、抗逆性强的优良菌株，就是利用拮抗作用的例子。

（4）占领作用　绝大多数杂菌很容易侵染未接种的培养基，相反，当耳类食用菌菌丝体遍布料面，甚至完全“吃料”后，杂菌就很难发生。因此，在生产中常采用加大接种量、选用合理的播种方法，让菌种尽快占领培养料，以达到减少污染的目的。

另外，植物源农药如苦参碱、印楝素、烟碱、鱼藤酮、除虫菊素、茴蒿素、茶皂素等对许多食用菌害虫具理想的防效。

五 化学农药防治

在其他防治病虫害措施失败后，最后可用化学农药，但尽量少用，尤其是剧毒农药，耳类食用菌也是真菌，使用农药也容易造成耳类食用菌药害。另外，耳类食用菌子实体形成阶段时间短，在这个时期使用农药，未分解的农药易残留在耳内，食用时会损坏人体健康。耳类食用菌栽培中发生病害时，要选用高效、低毒、残效期短的杀菌剂；在出耳期发生虫害时，应首先将耳床上的耳片全部采收，然后选用一些残效期短、对人畜安全的植物性杀虫剂。

1. 常用杀菌剂

（1）多菌灵　它的化学性质稳定，为传统高效、低毒、内吸性杀菌剂，杀菌谱广，残效长。产品有10%、25%、50%可湿性粉剂，对青霉、曲霉、木霉有良好防治效果。拌料、床面或覆土表面灭菌常用50%的多菌灵可湿性粉剂800倍液。

（2）代森锌　它是保护性杀菌剂，对人畜安全，产品有65%、80%可湿性粉剂，可用于拌料和防治疣孢霉病、褐斑病等，一般用65%可湿性粉剂500倍液。能与杀虫剂混用。

（3）甲基托布津　它是广谱、内吸性杀菌剂，兼有保护和治疗作用，甲基托布津在菌体内转变成多菌灵起作用，对人畜低毒，不产生药害。产品有50%、70%可湿性粉剂，可防治多种真菌性病害，对棉絮状真菌防治作用良好，在发病初期，用50%可湿性粉剂800倍液喷洒。

（4）百菌清 它对人畜毒性低，有保护治疗作用，药效稳定。产品为75%可湿性粉剂，用0.15%百菌清药液可防治轮枝孢霉等真菌性病害。

（5）菇丰 它是食用菌专用消毒杀菌剂，可用于多种木腐菌类的生料和发酵料拌料，使用1000～1500倍液，有效抑制竞争性杂菌，如木霉、根霉、曲霉等的萌发及生长速度，不影响正常的菌丝生长和出耳。可有效防治菇体生长期的致病菌，如疣孢霉菌，干泡病、褐斑病等细菌、真菌和酵母菌类的病害。使用500～1000倍液，间隔3～4天，连续喷施2～3次，可有效减轻病症，使新长出的菇体不受病菌侵染正常生长。土壤处理用1500～2000倍液，能有效杀灭土壤中的病原菌。

（6）咪鲜胺锰盐 它对侵染性病害、真菌效果好，无菇期喷洒覆土层、出菇面或处理土壤、菌袋杂菌，用量为50%可湿性粉剂1000倍液或0.5g/m^2。

（7）噻菌灵 它对病原真菌、杂菌有良好效果，用于拌、喷土壤或喷洒地面环境，用量为500g/L悬浮剂1000倍液。

（8）甲醛（福尔马林） 它是无色气体，商品“福尔马林”即37%～40%的甲醛溶液，为无色或浅黄色液体，有腐蚀性，储存过久常产生白色胶状或絮状沉淀。可防治细菌、真菌和线虫。常用于耳房和无菌室熏蒸灭菌，每立方米空间用10mL；与等量乙醇混合，用于处理袋栽发菌期的真菌污染。

（9）硫酸铜 它俗称胆矾或蓝矾，为蓝色结晶，可溶于水，杀菌能力强，在较低浓度下即能抑制多种真菌孢子的萌发。栽培前，用0.5%～1%水溶液进行菇房和床架消毒。因单独使用有毒害，故多用于配制波尔多液或其他药剂。如用11份硫酸铵与1份硫酸铜的混合液，在耳床覆土层或发病初期使用。

（10）波尔多液 它是保护性杀菌剂，用生石灰、硫酸铜、水按1∶1∶200的比例配制而成，是一种天蓝色黏稠状悬浮液。其杀菌主要成分是碱式硫酸铜，释放出的铜离子可使病菌蛋白质凝固，可防治多种杂菌和病害，对曲霉、青霉、棉絮状霉菌有较好防治效果。也可用于培养料、覆土和菇房床架消毒，能在床架表面形成一道药膜，



防止生霉。其配制方法为：在缸内放硫酸铜1kg，加水180kg溶化，在另一缸内放生石灰1kg，加水20kg，配成石灰乳。然后将硫酸铜溶液倒入石灰乳中，并不断搅拌即成。

（11）硫黄 它有杀虫、杀螨和杀菌作用，常用于熏蒸消毒，每立方米空间用量为7g，高温高湿可提高熏蒸效果。硫黄对人毒性极小，但硫黄燃烧所产生的二氧化硫气体对人体极毒，在熏蒸耳房时要注意安全。

（12）石硫合剂 它为石灰、硫黄和水熬煮而成的保护性杀菌剂，原液为红褐色透明液体，有臭鸡蛋气味，化学成分不稳定，长期储存应放在密闭容器中。其有效成分为多硫化钙，杀菌作用比硫黄强得多；其制剂呈碱性反应，有腐蚀昆虫表面蜡质作用，故可杀甲壳虫、卵等蜡质较厚的害虫及螨。配制石硫合剂原料的比例是石灰1kg，硫黄2kg，水10L。把石灰用水化开，加水煮沸，然后把硫黄调成糊状，慢慢加入石灰乳中。同时迅速搅拌，继续煮40～60min，随时补足损失水分，待药液呈红褐色时停火、冷却后过滤即成。原液可达20～24波美度左右，用水稀释到5波美度使用，通常用于耳房表面消毒。

（13）石炭酸 它是常用杀菌剂，多与肥皂混合为乳状液，商品名称为煤酚皂液（来苏儿），能提高杀菌能力。在有氯化钠存在时效力增大，与酒精作用会使效力大减。对菌体细胞有损害作用，能使蛋白质变性或沉淀，1%的含量可杀死菌体，5%的含量则可杀死芽孢，常用于消毒和喷雾杀菌。

（14）漂白粉 它是白色粉状物，能溶于水，呈碱性。其有效成分为漂白粉中所含有效氯，通常含量在30%左右，加水稀释成0.5%～1%含量，用于菇房喷雾消毒。3%～4%浓度用于浸泡床架材料及接种室消毒，可杀死细菌、病毒、线虫，并可用于“退菌”的防治。

（15）生石灰 它用5%～20%石灰水喷洒或撒粉，可防治真菌。

2. 常用杀虫剂

（1）敌敌畏 它有较强触杀和熏蒸作用，兼有胃毒作用。害虫吸收汽化敌敌畏后，数分钟便中毒死亡，在害虫大量发生时，可很快把虫口密度压下去。敌敌畏无内吸作用，残效期短，无不良气味，

被普遍用于食用菌害虫防治，对菇蝇类成虫及幼虫有特效，对螨类及潮虫防治效果也佳，制剂有 50% 和 80% 乳油。气温高时使用效果更好，在出菇期应避免使用，以免产生药害和毒性污染。

（2）敌百虫 它为白色蜡状固体，能溶于水，在碱溶液中脱氯化氢变成“敌敌畏”，进一步分解失效。敌百虫有很强的胃毒作用，兼有触杀作用，本身无熏蒸作用，但因部分转化为敌敌畏，故有一定熏蒸作用。其残效期比敌敌畏长，但毒性小，商品有敌百虫原药、80% 可湿性粉剂，50% 乳油等多种剂型，稀释成 500～1000 倍液使用，对菇蝇等类害虫防治效果较好，对螨类防治效果较差。

（3）辛硫磷 它是低毒有机磷杀虫剂。工业品为黄棕色油状液体，难溶于水，易溶于有机溶剂，遇碱易分解，对人畜毒性低，产品有 50% 乳剂，稀释 1000～1500 倍液使用，防治菌蛆、螨类及跳虫效果较好。

（4）菇净 它是由杀虫杀螨剂复配而成的高效低毒杀虫、杀螨和杀线虫药剂，对成虫击倒力强，对螨虫的成螨和若螨都有快速作用。对耳类食用菌中的夜蛾、菇蚊、蚤蝇、跳虫、食丝谷蛾、白蚁等虫害都有明显的效果，可用于拌料、拌土处理，用量为 1000～2000 倍液。浸泡菌袋用量为 2000 倍液左右，耳床杀成虫喷雾用量为 1000 倍液，杀幼虫用量为 2000 倍液左右。

（5）吡虫啉 它属于内吸传导性杀虫剂，对幼虫有效果，但对成虫无效果，使用含量为 5% 乳油，用量为 1000 倍液左右。

（6）克螨特 它属于触杀和胃毒型杀螨剂，对若螨和成螨有特效。30% 可湿性粉剂使用倍数为 1000 倍液或 73% 乳油 3000 倍液。

（7）锐劲特 它对菌蛆等双翅目及鳞翅目害虫等防治效果优良，处理土壤、避菇使用或无菇期针对目标喷雾，使用含量为 50g/L 悬浮剂 2000～2500 倍液。

（8）高效氟氯氰菊酯 它为广谱杀虫剂，对菌蛆及其成虫、跳虫、潮虫等有强烈的触杀和胃毒作用，对人畜毒性低。产品为 2.5% 乳油，使用 2000～3000 倍液，在发菌、覆土期均可使用，喷洒耳棚或无耳期针对目标喷雾，在碱性介质中易分解。

（9）鱼藤精 鱼藤为豆科藤本植物，根部有毒，其中有效成分



主要是鱼藤酮，一般含量为4%～6%，提取物为棕红色固体块状物，易氧化，对害虫有触杀和胃毒作用，还有一定驱避作用，杀虫作用缓慢，但效力持久，对人畜毒性低，但对鱼毒性大。产品有含鱼藤酮2.5%、5%、7%的乳油和含鱼藤酮4%的鱼藤粉，加水配成0.1%含量（鱼藤酮含量）使用，可防治菇蝇和跳虫等。用鱼藤精500g加中性肥皂250g、水100L，可防治甲壳虫、米象等。

（10）甲氨基阿维菌素苯甲酸盐 它对菇螨、跳虫等防效优，喷洒耳棚或无耳期针对目标喷雾，用量为1%乳油4000～5000倍液。

（11）食盐 用其5%的剂量，可防治蜗牛、蛞蝓等。

六 耳类食用菌病虫害防治注意事项

目前耳类食用菌广泛使用的多种农药都未做过食用菌食品安全的相关分析，使用方法和估计的残留期都仅是以蔬菜为参考，然而耳类食用菌与绿色植物的生理代谢不同，有关基础研究十分缺乏，对此需引起高度重视。

1）耳类食用菌的病虫害防治应特别强调“预防为主，综合防治”的植保方针，坚持“以农业防治、生态防治、物理防治、生物防治为主，化学防治为辅”的治理原则。应以规范栽培管理技术预防为主，采取综合防控措施，确保耳类食用菌产品的安全、优质。

2）按照《中华人民共和国农药管理条例》，剧毒和高毒农药不得在蔬菜生产中使用，耳类食用菌作为蔬菜的一类也应完全参照执行，禁止使用剧毒、高毒、高残留或具“三致”毒性（致癌、致畸、致突变）、有异味异色污染及重金属制剂、杀鼠剂等化学农药。

3）不得在耳类食用菌上使用国家明令禁止生产使用的农药种类；不得使用非农用抗生素。

4）有限度地使用高效、低毒、低残留化学农药或生物农药，要求不得在培养基质中和直接在子实体及菌丝体上随意使用化学农药及激素类物质，尤其是在出耳期间，要求于无耳时或避耳使用，并避开菌料以喷洒地面环境或耳畦覆土为主，最后一次喷药至采耳间隔时间应超过该药剂的安全间隔期。

5）控制农药施用量和用药次数。在耳类食用菌栽培的不同阶段，针对不同防治目的和对象，其用药种类、方法、浓度、剂量等，

应遵守农药说明书的使用说明，不得随意、频繁、超量及盲目施药防治。出耳期间用药剂量、浓度应低于栽培前或发菌阶段的正常用药量。配药时应使用标准称量器具，如量筒、量杯、天平、小秤等。

6）交替轮换用药，减缓病菌、害虫抗药性的产生，正确复配、混用，避免长期使用单一农药品种。采用生物制剂与化学农药合理搭配，降低化学农药的用量，防止发生药害。

7）选择科学的施药方式，使用合适的施药器具。常用的防治方法有喷雾法、撒施法、菌棒浸沾法、涂抹法、注射法、擦洗法、毒饵法、熏蒸法和土壤处理法等，应根据食用菌病虫危害特点有针对性地进行选择。



——第十二章——
耳类珍稀菌高效栽培实例

实例1　林果园挂袋套栽黑木耳

林果园间作食用菌，是根据食用菌需散射光和阴凉多湿环境的生理特性而设计的，而林果园生产的大株行距不仅能为食用菌栽培提供生长空间，其树荫还能为食用菌创造阴凉潮湿的生长环境。因此，林菌结合，能更有效、更充分地提高光能和土地资源的利用率。同时，林果园间作食用菌，可以减少林果园杂草的发生，而食用菌的栽培废料经处理后可作为林果园肥料，增加林果园肥力，从而实现生态的良性循环。

果园或林地里一般空气新鲜，温湿度和光照适宜，其环境与黑木耳要求的生态条件相近。在林果园挂袋套栽黑木耳，是一种多层次的立体农业技术，可以充分利用场地空间，生产优质黑木耳，效益很好。其技术要点如下。

1. 林果园栽植方式

在林果园间作食用菌的田块，树木的栽种方式以宽窄行相间为好，宽行约6.5m、窄行3m。宽行栽培食用菌，窄行为畦沟，需在规划时统一考虑，合理安排，这样既可省去林果栽培几年后间挖作业的工序，又可提高食用菌栽培的土地利用率，且可降低生产成本，确保两全其美。

2. 黑木耳栽培场地选择和挂栽方式

选择近水源、背风向阳的林地、果园，在林地果园的树干上拉

多条铁丝，分层挂袋，四周和上方覆盖薄膜保湿兼防雨淋。也可采用林果园地沟挂栽方式，要结合林果园管理整理好畦沟，要求沟宽90cm、深40cm、沟底宽30cm。用竹、木条横放在相邻的两个畦面上，每根沟面横杆可悬挂两袋，杆距22～25cm，每沟挂两行菌袋。横杆面上覆盖塑料薄膜，以遮挡雨水，风大时也宜盖膜保湿保温。

3. 管理要点

林地分层挂袋对空间相对湿度要求高，因此划口后要注意给地面浇一次大水，使空气相对湿度保持在90%左右，以促进耳基的形成。耳芽出现后，要喷雾，水滴要细，呈云雾状覆盖在棚内和笼罩在菌袋四周，保持湿润环境，促进耳芽分化成子实体。若是林果园沟挂栽的，挂袋后3～5天，沟内要灌浅水，保持沟中相对湿度为85%～95%。耳基形成后，可直接向菌袋喷水。随着木耳的生长，喷水量由小到大，喷水次数由少到多，使耳片干湿交替，保持湿润状态。后期要加大喷水量，防止耳片蒸腾失水。下雨天要注意排水，沟内只保持浅水，防止雨水涨满沟内，造成菌袋被泥浆污水沾染引起霉烂。

由于食用菌生产具有投资少、风险小、周转快的特点，林果园间作食用菌，能有效地解决林果园生产的长期效益和短期效益之间的矛盾，使闲置劳力容易接受并参与。在正常情况下，各种食用菌每亩的平均收益约为5500元。

实例2　食用加工废渣栽培毛木耳

食品加工废渣如木糖醇渣、酒糟等价格极其便宜，每吨为100多元，可产量能比玉米芯、段木栽培增产10%～20%，并且病虫害明显减少。其技术要点如下：

1. 栽培场所选择

毛木耳适应性极强，房前屋后、树林下、大田地、大小拱棚、塑料大棚、闲置房屋、厂房等都可栽培。但是要水源充足，喷水方便，通风良好，远离畜禽场，减少污染。

2. 配方

1）木糖醇渣80%，麦麸15%，豆粕5%。





2）高粱、稻谷或小麦曲酒糟80%，米糠或麸皮15%，木屑5%。

3）大麦、碎米啤酒糟80%，木屑20%。

以上配方均加石灰粉调节至pH为8.5～9.0。

3. 拌料

由于木糖醇渣、酒糟等吸水力、保水力极强，含水量可达70%～75%，用时要测定好含水量，配料时适宜含水量为60%～63%。测定含水量的方法，抓一把木糖醇渣，用手紧握能渗出3～5滴水。拌料时先把木糖醇渣倒在水泥地上摊平，再按照配方中的原料依次均匀撒在上面，用机械或人工掺拌均匀。

4. 装袋

菌袋用耐高温聚丙烯料袋，塑料袋规格为43cm×17cm；如果林下立袋出耳，规格选用33cm×17cm。用人工或机械装袋均可，装袋过程中最关键的一个环节就是把握好装袋的松紧度，掌握的标准是用手指按住装满料的菌袋稍用力按下去，其凹陷过一段时间能够基本复原。如果装袋过松，一捏即扁，菌丝生长稀疏；菌袋装得过紧会影响菌丝的生长速度。

5. 灭菌

装完料的菌袋要迅速进行高压灭菌或常压灭菌，只要按照灭菌要求的规程操作，不仅可杀死细菌、真菌等微生物，而且也能杀死芽孢、孢子。大面积栽培毛木耳主要是常压灭菌，如果栽培规模较大，一个锅炉可以配置三个灭菌室。三个灭菌室之间配置带有阀门的管道，第一个灭菌室装完菌袋后，在通气灭菌的这段时间，装满第二个灭菌室的菌袋。当第一个灭菌室的温度升至100℃时，打开第一个和第二个灭菌室之间管道上的阀门，把余热通入第二个灭菌室进行预热，在第二个灭菌室通气灭菌的这段时间，装满第三个灭菌室，当第二个灭菌室的温度升至100℃时，拧开第二个与第三个灭菌室管道之间的阀门，把第二个灭菌室的余热通入第三个灭菌室进行预热，此时第一个灭菌室的菌袋经过冷却、出料，再次装满菌袋进行下一轮的通气灭菌过程。一个锅炉配置三个灭菌室进行，利用余热，循环灭菌，既提高了效率，又节省了时间，并且可以稍微延长

灭菌时间而不增加任何成本，保证了灭菌效果，使灭菌更加彻底。

6. 接种

灭菌后的菌袋搬运至接种室，进行冷却，菌袋温度降至30℃以下时，就可以接种了，接种前要进行一系列消毒。首先，对菌种袋进行消毒，把适量的菌种袋或菌种瓶浸泡在0.5%的高锰酸钾溶液中(或150倍克霉灵溶液中) 3～5min。捞出后放入接种室适当位置。其相应接种所用工具消毒后也要放入接种室，点燃适量烟雾盒，关闭门窗进行消毒。一般都是头天傍晚消毒，第二天白天进行接种。其次，接种人员进入接种室前要换上消毒的衣服，脚上套上卫生塑料袋，手及接种工具要用75%酒精棉球擦洗。接种动作要迅捷，每个菌袋两头都要接种，一瓶菌种（袋）可接20～25个菌袋。接种环节消毒要细致周到，不能马虎，它直接关系到污染率。

7. 发菌培养

(1) 摆放　接种后的菌袋要运送到栽培场所（大棚），栽培场所必须清洁卫生，易于通风换气，地面干燥，且已经消毒完毕，地面撒一层石灰粉。摆放菌袋时，袋与袋之间留3～5cm的空隙。每堆摆放10～12层高，堆头用挡板固定。

(2) 发菌期管理　发菌阶段的管理主要是温度控制，菌丝生长的温度范围为18～36℃，最适生长温度范围为24～30℃，在该温区菌丝生长得既快又壮。一般情况下，接种后，温度控制在25～30℃，保持5天，使其快速生长。5天后，温度控制在24～28℃。夏栽木耳发菌期一般在早春，此时气温偏低，且温差较大，应根据当时当地的气候特点采取相应措施，使发菌温度保持在24～28℃。相对湿度以60%～65%为宜，不需要光线。整个发菌期需50～60天，每天密切观测温度，并做好记录，当温度升至33～35℃时，菌丝停止生长或生长极为缓慢，必须采取措施降温。

8. 出耳期管理

菌丝长满菌袋，就要采取措施诱导菌袋出耳。

(1) 开口　在菌袋两端按左上、左下、右上、右下，用刀割2～3cm的口子（注意刀具要用高锰酸钾或酒精消毒）。

(2) 温湿度管理　割口后，相对湿度65%～70%，温度25～



30℃，保持2～3天。割口处长出浓密菌丝时，保持相对湿度85%～90%，温度22～25℃，增加通风和光照，按“七分阴三分阳”灵活掌握，以促进耳基分化。经过10～15天即可长出耳蕾。

（3）耳片伸展 耳蕾形成后，很快就长出耳片，耳片生长迅速，新陈代谢旺盛，因此要注意补水，加强通风。当耳片小时，每天早晨喷1～2次水，相对湿度保持85%～90%；在耳片较大时要多喷水；当耳片长到5～6cm，可停水5～6天，使耳片边缘干燥，以增加耳片厚度，然后再增加喷水量。毛木耳子实体富含胶质，耐旱能力强，利用此特点，采用干干湿湿管理方法，有利于子实体的生长，耳片增厚，提高产量和品质，病虫害也不易发生。

9. 采收

毛木耳要适时采收，当耳背面的绒毛转黄（白），耳片颜色转浅，并充分舒展，边缘开始呈波浪状，耳边变薄，颜色由紫色转为红褐色即可采收。

实例3 麦草沙床四季栽培紫木耳

1. 季节安排

紫木耳菌株具有适温广、抗逆性强、产量高的特性，各地一年四季均可用麦草沙床进行栽培，尤以夏秋进行为最佳。

2. 沙床铺设

将河沙过筛，冲洗干净、晒干，在室内铺10cm厚，距墙两侧80cm用红砖铺放两排人行采耳走道。

3. 培养料配制

将无霉变的麦草翻晒两天，粉碎或碾压成草屑。按每100kg草屑加入复合肥2kg、石膏粉和蔗糖各1kg的比例混匀，浇入0.5%石灰水140L拌匀，调节含水量在65%左右，拌好后覆膜发酵，翻堆1～2次。

4. 装料接种

将发酵好的培养料装入17cm×40cm聚丙烯塑料袋内、两头套环封口，常压灭菌8～12h，用无菌接种器接入菌种40g，置20～28℃洁净室内遮光培养，菌丝满袋后脱去塑料袋。

5. 培养

将脱袋后的耳棒间距10cm栽植在干沙床上，喷水润湿河沙，采用白天盖膜夜间揭膜的方法加大温差，在原基生成后去掉盖膜，喷雾水逐渐提高空气相对湿度为85%～95%，保持温度在15～35℃之间。随着原基分化膨大，应尽量敞开门窗或用排气扇每天排风2～3次。当紫木耳生长到厚实肥大、紫红亮丽时采收，头潮耳生物转化率可达100%以上。

6. 超高产措施

头潮耳收完后，将耳棒拔离沙床调换方向，即出过耳的一头向下，间距10cm，重新栽植在沙床上，喷水湿润河沙。同前进行催耳管理至第二潮耳收完。清理沙床，去除表层3cm厚的河沙，将耳棒从中切开，且耳棒表面覆盖3cm厚的河沙，喷水至沙粒饱和，床面盖一层报纸发菌催耳，当原基露出后去掉报纸，同前进行管理至第三潮耳收完，总生物转化率达300%，最高可达350%。

附　　录

附录 A　食用菌菌种生产技术规程（NY/T 528—2010）

1. 范围

本标准规定了食用菌菌种生产的生产场地、厂房设置和布局、设备设施、使用品种、生产工艺流程、技术要求、标签、标志、包装、运输和储存等。

本标准适用于不需要伴生菌的各种各级食用菌菌种生产。

2. 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 191　包装储运图示标志（GB 191—2008，ISO 780：1997，MOD）

GB 9688　食品包装用聚丙烯成型品卫生标准

GB/T 12728—2006　食用菌术语

NY/T 1742—2009　食用菌菌种通用技术要求

3. 术语和定义

GB/T 12728—2006 界定的术语，以及下列术语和定义适用于本文件，为了便于使用，以下重复列出了 GB/T 12728—2006 中的一些术语和定义。

3.1　食用菌 edible mushroom

可食用的大型真菌，包括食用、食药兼用和药用三大类用途的种类。

3.2　品种 variety

经各种方法选育出来具特异性、一致（均一）性和稳定性可用于商业栽培的食用菌纯培养物。

3.3　菌种 spawn

生长在适宜基质上具有结实性的菌丝培养物，包括母种、原种和栽培种。

3.4　母种 stock culture

经各种方法选育得到的具有结实性的菌丝体纯培养物及其继代培养物，也称一级种、试管种。

3.5　原种 pre-culture spawn

由母种移植、扩大培养而成的菌丝体纯培养物。也称二级种。

3.6　栽培种 planting spawn

由原种移植、扩大培养而成的菌丝体纯培养物。栽培种只能用于栽培，不可再次扩大繁殖菌种。也称三级种。

3.7　种木 wood-pieces

采用一定形状大小的木质颗粒或树枝培养的纯培养物，也称种粒或种枝。

3.8　固体培养基 solid medium

以富含木质纤维素或淀粉类天然碳源物质为主要原料，添加适量的有机氮源和无机盐类，具一定水分含量的培养基。常用的主要原料有：木屑、棉籽壳、秸秆、麦粒、谷粒、玉米粒等，常用的有机氮源有麦麸、米糠等，常用的无机盐类有硫酸钙、硫酸镁、磷酸二氢钾等。固体培养基包括以阔叶树木屑为主要原料的木屑培养基、以草本植物为主要原料的草料培养基、以禾谷类种子为主要原料的谷粒培养基、以粪草为主要原料的粪草发酵料培养基、以种粒或种枝为主要原料的种木培养基、以棉籽壳为主要原料的棉籽壳培养基。





3.9　种性 characters of strain

食用菌的品种特性，是鉴别食用菌菌种或品种优劣的重要标准之一。一般包括对温度、湿度、酸碱度、光线和氧气的要求，抗逆性、丰产性、出菇迟早、出菇潮数、栽培周期、商品质量及栽培习性等农艺性状。

3.10　批次 spawn batch

同一来源、同一品种、同一培养基配方、同一天接种、同一培养条件和质量基本一致的符合规定数量的菌种。每批次数量母种≥



50 支，原种≥200 瓶（袋），栽培种≥2000 瓶（袋）。

4. 要求

4.1　技术人员

应有与菌种生产所需的相应专业技术人员，包括检验人员。

4.2　场地选择

4.2.1　基本要求

地势高燥，通风良好。排水畅通，交通便利。

4.2.2　环境卫生要求

300m 之内无规模养殖的禽畜舍、垃圾和粪便堆积场，无污水、废气、废渣、烟尘和粉尘污染源，50m 内无食用菌栽培场、集市贸易市场。

4.3　厂房设置和布局

4.3.1　厂房设置和建造

4.3.1.1　总则

有各自隔离的摊晒场、原材料库、配料分装室（场）、灭菌室、冷却室、接种室、培养室、储存室、菌种检验室等。厂房建造从结构和功能上满足食用菌菌种生产的基本需要。

4.3.1.2　摊晒场

平坦高燥、通风良好、光照充足、空旷宽阔、远离火源。

4.3.1.3　原材料库

防雨、防潮、防虫、防鼠、防火、防杂菌污染。

4.3.1.4　配料分装室（场）

水电方便，空间充足。如果安排在室外，应有天棚，防雨防晒。

4.3.1.5　灭菌室

水电安全方便，操作安全，通风良好，排气通畅，进出料方便，热源配套。

4.3.1.6　冷却室

洁净、防尘、易散热。

4.3.1.7　接种室

防尘性能良好，内壁和屋顶光滑，易于清洗和消毒，换气方便，空气洁净。

4.3.1.8　培养室和储存室

内壁和屋顶光滑，便于清洗和消毒。墙壁厚度适当，利于控温、控湿，便于通风；有防虫防鼠措施。

4.3.1.9　菌种检验室

水电方便，利于装备相应的检验设备和仪器。

4.3.2　布局

应按菌种生产工艺流程合理安排布局，无菌区与有菌区有效隔离。

4.4　设备设施

4.4.1　基本设备

应具有磅秤、天平、高压灭菌锅或常压灭菌锅、超净工作台、接种箱、调温设备、除湿设备、培养架、恒温箱或培养室、冰箱或冷库、显微镜等常规用具。高压灭菌锅应使用经有资质部门生产与检验的安全合格产品。

4.4.2　基本设施

配料、分装、灭菌、冷却、接种、培养等各环节的设施应配套。冷却室、接种室、培养室和储存室都要有满足其功能的基本配套设施，如控温设施、消毒设施。

4.5　使用品种

4.5.1　品种

从具相应技术资质的供种单位引种，且种性清楚。不应使用来历不明、种性不清、随意冠名的菌种和生产性状未经系统试验验证的组织分离物作为种源生产菌种。



4.5.2　种源质量检验

母种生产单位每年在种源进入扩大生产程序之前，应进行菌种质量和种性检验，包括纯度、活力、菌丝长势的一致性、菌丝生长速度、菌落外观等，并做出菇试验，验证种性。种源出菇试验的方法及种源质量要求，应符合《食用菌菌种通用技术要求》（NY/T 1742—2009）中5.4的规定。

4.5.3　移植扩大

母种仅用于移植扩大原种，一支母种移植扩大原种不应超过



6瓶（袋）；原种移植扩大栽培种，一瓶谷粒种不应超过50瓶（袋），木屑种、草料种不应超过35瓶（袋）。

4.6　生产工艺流程

培养基配制→分装→灭菌→冷却→接种→培养（检查）→成品。

4.7　生产过程中的技术要求

4.7.1　容器

4.7.1.1　使用原则

每批次菌种的容器规格要一致。

4.7.1.2　母种

使用玻璃试管或培养皿，试管的规格18mm×180mm或20mm×200mm，棉塞要使用梳棉或化纤棉，不应使用脱脂棉；也可用硅胶塞代替棉塞。

4.7.1.3　原种

使用850mL以下、耐126℃高温的无色或近无色的、瓶口直径≤4cm的玻璃瓶或近透明的耐高温塑料瓶，或15cm×28cm、耐126℃高温、符合《食品包装用聚乙烯成型品卫生标准》（GB 9688）卫生规定的聚丙烯塑料袋，各类容器都应使用棉塞，棉塞应符合《食用菌菌种生产技术规程》4.7.1.2规定；也可用能满足滤菌和透气要求的无棉塑料盖代替棉塞。

4.7.1.4　栽培种

使用符合《食用菌菌种生产技术规程》4.7.1.3规定的容器，也可使用≤17cm×35cm、耐126℃高温、符合《食品包装用聚乙烯成型品卫生标准》（GB 9688）卫生规定的聚丙烯塑料袋。各类容器都应使用棉塞或无棉塑料盖，并符合《食用菌菌种生产技术规程》4.7.1.3规定。

使用耐126℃高温的具孔径0.2~0.5μm无菌透气膜的聚丙烯塑料袋，长宽厚为630mm×360mm×80μm，无菌透气膜2个，大小35mm×35mm，或495mm×320mm×60μm，无菌透气膜1个，大小35mm×35mm。

4.7.2　培养原料

4.7.2.1　化学试剂类

这类原料如硫酸镁、磷酸二氢钾等，要使用化学纯级试剂或以上级别的试剂。

4.7.2.2　生物制剂和天然材料类

生物制剂如酵母粉和蛋白胨，天然材料如木屑、棉籽壳、麦麸等，要求新鲜、无虫、无螨、无霉、洁净、干燥。

4.7.3　培养基配方

4.7.3.1　母种培养基

一般使用附录 A 中第 A.1 章的马铃薯葡萄糖琼脂培养基（PDA）或第 A.2 章综合马铃薯葡萄糖琼脂培养基（CPDA），特殊种类需加入其生长所需特殊物质，如酵母粉、蛋白胨、麦芽汁、麦芽糖等，但不应过富。严格掌握 pH。

4.7.3.2　原种和栽培种培养基

根据当地原料资源和所生产品种的要求，使用适宜的培养基配方（见附录 A2），严格掌握含水量和 pH 值，培养料填装要松紧适度。

4.7.4　灭菌

培养基配制后应在 4h 内进锅灭菌。母种培养基灭菌 0.11～0.12MPa，30min。木屑培养基和草料培养基灭菌 0.12MPa，1.5h 或 0.14～0.15MPa，1h；谷粒培养基、粪草培养基和种木培养基灭菌 0.14～0.15MPa，2.5h。装容量较大时，灭菌时间要适当延长。灭菌完毕后，应自然降压，不应强制降压。常压灭菌时，在 3h 之内使灭菌室温度达到 100℃，保持 100℃ 10～12h。母种培养基、原种培养基、谷粒培养基、粪草培养基和种木培养基，应高压灭菌，不应常压灭菌。灭菌时应防止棉塞被冷凝水打湿。



4.7.5　灭菌效果的检查

母种培养基随机抽取 3%～5% 的试管，直接置于 28℃ 恒温培养；原种和栽培种培养基按每次灭菌的数量随机抽取 1% 作为样品，挑取其中的基质颗粒经无菌操作接种于附录 A.1 规定的 PDA 培养基中，于 28℃ 恒温培养；48h 后检查，无微生物长出的为灭菌合格。

4.7.6　冷却

冷却室使用前要进行清洁和除尘处理。然后转入待接种的原种



瓶（袋）或栽培种瓶（袋），自然冷却到适宜温度。

4.7.7　接种

4.7.7.1　接种室（箱）的基本处理程序

清洁→搬入接种物和被接种物→接种室（箱）的消毒处理。

4.7.7.2　接种室（箱）的消毒方法

用药物消毒后，再用紫外灯照射。

4.7.7.3　超净工作台的消毒处理方法

先用75%酒精或新洁尔灭溶液进行表面擦拭消毒，然后预净20min。

4.7.7.4　接种操作

在无菌室（箱）或超净工作台上严格按无菌操作接种。每一箱（室）接种应为单一品种，避免错种，接种完成后及时贴好标签。

4.7.7.5　接种点

各级菌种都应从容器开口处一点接种，不应打孔多点接种。

4.7.7.6　接种室（箱）后处理

接种室（箱）每次使用后，要及时清理清洁，排除废气，清除废物，台面要用75%酒精或新洁尔灭溶液擦拭消毒。

4.7.8　培养室处理

在使用培养室的前两天，采用无扬尘方法清洁，并进行药物消毒和杀虫。

4.7.9　培养条件

不同种类或不同品种应分区培养。根据培养物的不同生长要求，给予其适宜的培养温度（多在室温20～24℃），保持空气相对湿度在75%以下，通风，避光。

4.7.10　培养期的检查

各级菌种培养期间应定期检查，及时拣出不合格菌种。

4.7.11　入库

完成培养的菌种要及时登记入库。

4.7.12　记录

生产各环节应详细记录。

4.7.13　留样

各级菌种都应留样备查，留样的数量应以每个批号 3 支（瓶、袋）。草菇在 13～16℃储存；除竹荪、毛木耳的母种不适于冰箱储存外，其他种类有条件时，母种于 4～6℃储存；原种和栽培种于 1～4℃下，储存至使用者购买后在正常生产条件下该批菌种出第一潮菇（耳）。

5. 标签、标志、包装、运输和储存

5.1　标签、标志

出售的菌种应贴标签。注明菌种种类、品种、级别、接种日期、生产单位、地址电话等，外包装上应有防晒、防潮、防倒立、防高温、防雨、防重压等标志，标志应符合 GB 191 的规定。

5.2　包装

母种的外包装用木盒或有足够强度的纸盒，原种和栽培种的外包装用木箱或有足够强度的纸箱，盒（箱）内除菌种外的空隙用轻质材料填满塞牢，盒（箱）内附使用说明书。

5.3　运输

各级菌种运输时不得与有毒有害物品混装混运，运输中应有防晒、防潮、防雨、防冻、防震及防止杂菌污染的设施与措施。

5.4　储存

应在干燥、低温、无阳光直射、无污染的场所储存。草菇在 13～16℃储存；除竹荪、毛木耳母种不适于冰箱储存外，其他种类有条件时，母种于 4～6℃、原种和栽培种于 1～4℃的冰箱或冷库内储存。



附录 A1

（规范性附录）

母种常用培养基及其配方

1. PDA 培养基（马铃薯葡萄糖琼脂培养基）

马铃薯 200g（用浸出汁），葡萄糖 20g，琼脂 20g，水 1000mL，pH 值自然。



2. CPDA培养基（综合马铃薯葡萄糖琼脂培养基）

马铃薯200g（用浸出汁），葡萄糖20g，磷酸二氢钾2g，硫酸镁0.5g，琼脂20g，水1000mL，pH值自然。

附录A2

（规范性附录）

原种和栽培种常用培养基配方及其适用种类

1. 以木屑为主料的培养基配方

见1.1、1.2、1.3，适用于香菇、黑木耳、毛木耳、平菇、金针菇、滑菇、鸡腿菇、真姬菇等多数木腐菌类。

1.1　阔叶树木屑78%，麸皮20%，糖1%，石膏1%，含水量58%±2%。

1.2　阔叶树木屑63%，棉籽壳15%，麸皮20%，糖1%，石膏1%，含水量58%±2%。

1.3　阔叶树木屑63%，玉米芯粉15%，麸皮20%，糖1%，石膏1%，含水量58%±2%。

2. 以棉籽壳为主料的培养基

见2.1、2.2、2.3、2.4，适用于黑木耳、毛木耳、金针菇、滑菇、真姬菇、杨树菇、鸡腿菇、侧耳属等多数木腐菌类。

2.1　棉籽壳99%，石膏1%，含水量60%±2%。

2.2　棉籽壳84%～89%，麦麸10%～15%，石膏1%，含水量60%±2%。

2.3　棉籽壳54%～69%，玉米芯20%～30%，麦麸10%～15%，石膏1%，含水量60%±2%。

2.4　棉籽壳54%～69%，阔叶树木屑20%～30%，麦麸10%～15%，石膏1%，含水量60%±2%。

3. 以棉籽壳或稻草为主的培养基

见3.1、3.2、3.3，适用于草菇。

3.1　棉籽壳99%，石灰1%，含水量68%±2%。

3.2　棉籽壳84%～89%，麦麸10%～15%，石灰1%，含水量68%±2%。

3.3　棉籽壳44%，碎稻草40%，麦麸15%，石灰1%，含水量68%±2%。

4. 腐熟料培养基

适用于双孢蘑菇、大肥菇、姬松茸等蘑菇属的种类。

4.1　腐熟麦秸或稻草（干）77%，腐熟牛粪粉（干）20%，石膏粉1%，碳酸钙2%，含水量62%±1%，pH 7.5。

4.2　腐熟棉籽壳（干）97%，石膏粉1%，碳酸钙2%，含水量55%±1%，pH 7.5。

5. 谷粒培养基

小麦、谷子、玉米或高粱97%～98%，石膏2%～3%，含水量50%±1%，适用于双孢蘑菇、大肥菇、姬松茸等蘑菇属的种类，也可用于侧耳属各种和金针菇的原种。

6. 以种木为主料的培养基

阔叶木种木70%～75%，附录A2中1.1配方的培养基25%～30%。

附录B　食用菌生产常用原料及环境控制对照表

表B-1　农作物秸秆及副产品化学成分（%）

种　类		水分	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维（含木质素）	无氮浸出物（可溶性碳水化合物）	粗灰分
秸秆类	稻草	13.4	1.8	1.5	28.0	42.9	12.4
	小麦秆	10.0	3.1	1.3	32.6	43.9	9.1
	大麦秆	12.9	6.4	1.6	33.4	37.8	7.9
	玉米秆	11.2	3.5	0.8	33.4	42.7	8.4
	高粱秆	10.2	3.2	0.5	33.0	48.5	4.6
	黄豆秆	14.1	9.2	1.7	36.4	34.2	4.4
	棉秆	12.6	4.9	0.7	41.4	36.6	3.8
	棉铃壳	13.6	5.0	1.5	34.5	39.5	5.9
	甘薯藤(鲜)	89.8	1.2	0.1	1.4	7.4	0.2
	花生藤	11.6	6.6	1.2	33.2	41.3	6.1





（续）

种类		水分	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维（含木质素）	无氮浸出物（可溶性碳水化合物）	粗灰分
副产品类	稻壳	6.8	2.0	0.6	45.3	28.5	16.9
	统糠	13.4	2.2	2.8	29.9	38.0	13.7
	细米糠	9.0	9.4	15.0	11.0	46.0	9.6
	麦麸	12.1	13.5	3.8	10.4	55.4	4.8
	玉米芯	8.7	2.0	0.7	28.2	58.4	20.0
	花生壳	10.1	7.7	5.9	59.9	10.4	6.0
	玉米糠	10.7	8.9	4.2	1.7	72.6	1.9
	高粱糠	13.5	10.2	13.4	5.2	50.0	7.7
	豆饼	12.1	35.9	6.9	4.6	34.9	5.1
	豆渣	7.4	27.7	10.1	15.3	36.3	3.2
	菜饼	4.6	38.1	11.4	10.1	29.9	5.9
	芝麻饼	7.8	39.4	5.1	10.0	28.6	9.1
	酒糟	16.7	27.4	2.3	9.2	40.0	4.4
	淀粉渣	10.3	11.5	0.71	27.3	47.3	2.9
	蚕豆壳	8.6	18.5	1.1	26.5	43.2	3.1
	废棉	12.5	7.9	1.6	38.5	30.9	8.6
	棉仁粕	10.8	32.6	0.6	13.6	36.9	5.6
	花生饼	—	43.7	5.7	3.7	30.9	—
谷类、薯类	稻谷	13.0	9.1	2.4	8.9	61.3	5.4
	大麦	14.5	10.0	1.9	4.0	67.1	2.5
	小麦	13.5	10.7	2.2	2.8	68.9	1.9
	黄豆	12.4	36.6	14.0	3.9	28.9	4.2
	玉米	12.2	9.6	5.6	1.5	69.7	1.0
	高粱	12.5	8.7	3.5	4.5	67.6	3.2
	小米	13.3	9.8	4.3	8.5	61.9	2.2
	马铃薯	75.0	2.1	0.1	0.7	21.0	1.1
	甘薯	9.8	4.3	0.7	2.2	80.7	2.3

（续）

种　　类		水分	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维（含木质素）	无氮浸出物（可溶性碳水化合物）	粗灰分
其他	血粉	14. 3	80. 4	0. 1	0	1. 4	3. 8
	鱼粉	9. 8	62. 6	5. 3	0	2. 7	19. 6
	蚕粪	10. 8	13. 0	2. 1	10. 1	53. 7	10. 3
	槐树叶粉	11. 7	18. 4	2. 6	9. 5	42. 5	15. 2
	松针粉	16. 7	9. 4	5. 0	29. 0	37. 4	2. 5
	木屑	—	1. 5	1. 1	71. 2	25. 4	—
	蚯蚓粉	12. 7	59. 5	3. 3	—	7. 0	17. 6
	芦苇	—	7. 3	1. 2	24. 0	—	12. 2
	棉籽壳	—	4. 1	2. 9	69. 0	2. 2	11. 4
	蔗渣	—	1. 4	—	18. 1	—	2. 04

表 B-2　农副产品主要矿质元素含量

种类	钙（%）	磷（%）	钾（%）	钠（%）	镁（%）	铁（%）	锌（%）	铜/（mg/kg）	锰/（mg/kg）
稻草	0. 283	0. 075	0. 154	0. 128	0. 028	0. 026	0. 002	—	25. 8
稻壳	0. 080	0. 074	0. 321	0. 088	0. 021	0. 004	0. 071	1. 6	42. 4
米糠	0. 105	1. 920	0. 346	0. 016	0. 264	0. 040	0. 016	3. 4	85. 2
麦麸	0. 066	0. 840	0. 497	0. 099	0. 295	0. 026	0. 056	8. 6	60. 0
黄豆秆	0. 915	0. 210	0. 482	0. 048	0. 212	0. 067	0. 048	7. 2	29. 2
豆饼粉	0. 290	0. 470	1. 613	0. 014	0. 144	0. 020	0. 012	24. 2	28. 0
芝麻饼	0. 722	1. 070	0. 723	0. 099	0. 331	0. 066	0. 024	54. 2	32. 0





（续）

种类	钙(%)	磷(%)	钾(%)	钠(%)	镁(%)	铁(%)	锌(%)	铜/(mg/kg)	锰/(mg/kg)
蚕豆麸	0.190	0.260	0.488	0.048	0.146	0.065	0.038	2.7	12.0
豆腐渣	0.460	0.320	0.320	0.120	0.079	0.025	0.010	9.5	17.2
酱渣	0.550	0.125	0.290	1.000	0.110	0.037	0.023	44.0	12.4
淀粉渣	0.144	0.069	0.042	0.012	0.033	0.016	0.010	8.0	—
稻谷	0.770	0.305	0.397	0.022	0.055	0.055	0.044	21.3	23.6
小麦	0.040	0.320	0.277	0.006	0.072	0.008	0.009	8.3	11.2
大麦	0.106	0.320	0.362	0.031	0.042	0.007	0.011	5.4	18.0
玉米	0.049	0.290	0.503	0.037	0.065	0.005	0.014	2.5	—
高粱	0.136	0.230	0.560	0.079	0.018	0.010	0.004	413.7	10.2
小米	0.078	0.270	0.391	0.065	0.073	0.007	0.008	195.4	15.6
甘薯	0.078	0.086	0.195	0.232	0.038	0.048	0.016	4.7	19.1

表 B-3　牲畜粪的化学成分（%）

类别		水分	有机质	矿物质	氮（N）	磷（P_2O_5）	钾（K_2O）
干粪	猪粪	—	82	—	3～4	2.7～4	2～3.3
	黄牛粪	—	90	—	1.62	0.7	2.1
	马粪	—	84	—	1.6～2	0.8～1.2	1.4～1.8
	牛粪	—	73	—	1.65～2.48	0.85～1.38	0.25～1

（续）

类别		水分	有机质	矿物质	氮（N）	磷（P_2O_5）	钾（K_2O）
鲜粪	马粪	76.5	21	3.9	0.47	0.30	0.30
	黄牛粪	82.4	15.2	3.6	0.30	0.18	0.18
	水牛粪	81.1	12.7	5.3	0.26	0.18	0.17
	猪粪	80.7	17.0	3.0	0.59	0.46	0.43
	家禽	57	29.3	—	1.46	1.17	0.62
尿	马尿	89.6	8.0	8.0	1.29	0.01	1.39
	黄牛尿	92.6	4.8	2.1	1.22	0.01	1.35
	水牛尿	81.6	—	—	0.62	极少	1.60
	猪尿	96.6	1.5	1.0	0.38	0.10	0.99

表 B-4　各种培养料的碳氮比（C/N）

种　　类	碳（%）	氮（%）	碳 氮 比
木屑	49.18	0.10	491.80
栎落叶	49.00	2.00	24.50
稻草	45.39	0.63	72.30
大麦秆	47.09	0.64	73.58
玉米秆	46.69	0.53	88.09
小麦秆	47.03	0.48	98.00
棉籽壳	56.00	2.03	27.59
稻壳	41.64	0.64	65.00
甘蔗渣	53.07	0.63	84.24
甜菜渣	56.50	1.70	33.24
麸皮	44.74	2.20	20.34
玉米粉	5292	2.28	23.21
米糠	41.20	2.08	19.81
啤酒糟	47.70	6.00	7.95
高粱酒糟	37.12	3.94	9.42
豆腐渣	9.45	7.16	1.32





（续）

种　　类	碳（%）	氮（%）	碳氮比
马粪	11.60	0.55	21.09
猪粪	25.00	0.56	44.64
黄牛粪	38.60	1.78	21.70
水牛粪	39.78	1.27	31.30
奶牛粪	31.79	1.33	24.00
羊粪	16.24	0.65	24.98
兔粪	13.70	2.10	6.52
鸡粪	14.79	1.65	8.96
鸭粪	15.20	1.10	13.82
纺织屑	59.00	2.32	22.00
沼气肥	22.00	0.70	31.43
花生饼	49.04	6.32	7.76
大豆饼	47.46	7.00	6.78

表 B-5　培养料含水量（一）

每100kg干料中加入的水/L	料水比（料∶水）	含水量（%）	每100kg干料中加入的水/L	料水比（料∶水）	含水量（%）
75	1∶0.75	50.3	130	1∶1.3	62.2
80	1∶0.8	51.7	135	1∶1.35	63.0
85	1∶0.85	53.0	140	1∶1.4	63.8
90	1∶0.9	54.2	145	1∶1.45	64.5
95	1∶0.95	55.4	150	1∶1.5	65.2
100	1∶1	56.5	155	1∶1.55	65.9
105	1∶1.05	57.6	160	1∶1.6	66.5
110	1∶1.1	58.6	165	1∶1.65	67.2
115	1∶1.15	59.5	170	1∶1.7	67.8
120	1∶1.2	60.5	175	1∶1.75	68.4
125	1∶1.25	61.3	180	1∶1.8	68.9

注：1. 风干培养料含结合水的量以13%计。

2. 含水量计算公式：$含水量（\%）=\frac{加水重量+培养料含结合水的量}{培养料干重+加入的水重量}\times 100\%$。



表 B-6　培养料含水量（二）

含水量（%）	料水比	含水量（%）	料水比	含水量（%）	料水比	含水量（%）	料水比	含水量（%）	料水比
15	1∶0. 176	31	1∶0. 449	47	1∶0. 885	63	1∶1. 703	79	1∶3. 762
16	1∶0. 190	32	1∶0. 471	48	1∶0. 923	64	1∶1. 777	80	1∶4. 000
17	1∶0. 205	33	1∶0. 493	49	1∶0. 960	65	1∶1. 857	81	1∶4. 263
18	1∶0. 220	34	1∶0. 515	50	1∶1. 000	66	1∶1. 941	82	1∶4. 556
19	1∶0. 235	35	1∶0. 538	51	1∶1. 040	67	1∶2. 030	83	1∶4. 882
20	1∶0. 250	36	1∶0. 563	52	1∶1. 083	68	1∶2. 215	84	1∶5. 250
21	1∶0. 266	37	1∶0. 587	53	1∶1. 129	69	1∶2. 226	85	1∶5. 667
22	1∶0. 282	38	1∶0. 613	54	1∶1. 174	70	1∶2. 333	86	1∶6. 143
23	1∶0. 299	39	1∶0. 639	55	1∶1. 222	71	1∶2. 448	87	1∶6. 692
24	1∶0. 316	40	1∶0. 667	56	1∶1. 272	72	1∶2. 571	88	1∶7. 333
25	1∶0. 333	41	1∶0. 695	57	1∶1. 326	73	1∶2. 704	89	1∶8. 091
26	1∶0. 350	42	1∶0. 724	58	1∶1. 381	74	1∶2. 846	90	1∶9. 100
27	1∶0. 370	43	1∶0. 754	59	1∶1. 439	75	1∶3. 000		
28	1∶0. 389	44	1∶0. 786	60	1∶1. 500	76	1∶3. 167		
29	1∶0. 408	45	1∶0. 818	61	1∶1. 564	77	1∶3. 348		
30	1∶0. 429	46	1∶0. 852	62	1∶1. 632	78	1∶3. 545		

注：1. 风干培养料，不考虑所含结合水。

2. 计算公式：含水量（%）$= \frac{(\text{干料重}+\text{水重})-\text{干料重}}{\text{总重量}} \times 100\%$。

表 B-7　培养料含水量（三）

要求达到的含水量（%）	每 100kg 干料应加入的水/L	料水比（料∶水）	要求达到的含水量（%）	每 100kg 干料应加入的水/L	料水比（料∶水）
50. 0	74. 0	1∶0. 74	52. 0	81. 3	1∶0. 81
50. 5	75. 8	1∶0. 76	52. 5	83. 2	1∶0. 83
51. 0	77. 6	1∶0. 78	53. 0	85. 1	1∶0. 85
51. 5	79. 4	1∶0. 79	53. 5	87. 1	1∶0. 87





（续）

要求达到的含水量（%）	每 100kg 干料应加入的水/L	料水比（料: 水）	要求达到的含水量（%）	每 100kg 干料应加入的水/L	料水比（料: 水）
54.0	89.1	1:0.89	60.0	117.5	1:1.18
54.5	91.2	1:0.91	60.5	120.3	1:1.20
55.0	93.3	1:0.93	61.0	123.1	1:1.23
55.5	95.5	1:0.96	61.5	126.0	1:1.26
56.0	97.7	1:0.98	62.0	128.9	1:1.29
56.5	100.0	1:1	62.5	132.0	1:1.32
57.0	102.3	1:1.02	63.0	135.1	1:1.35
57.5	104.7	1:1.05	63.5	138.4	1:1.38
58.0	107.1	1:1.07	64.0	141.7	1:1.42
58.5	109.6	1:1.10	64.5	145.1	1:1.45
59.0	112.2	1:1.12	65.0	148.6	1:1.49
59.5	114.8	1:1.15	65.5	152.2	1:1.52

注：1. 风干培养料含结合水的量以13%计。

2. 每100kg干料应加入的水计算公式：100kg干料应加入的水（L）= $\frac{\text{含水量}-\text{培养料含结合水的量}}{1-\text{含水率}}\times 100\%$。

表 B-8　相对湿度对照表（%）

干球温度/℃	干球温度－湿球温度					干球温度/℃	干球温度－湿球温度				
	1℃	2℃	3℃	4℃	5℃		1℃	2℃	3℃	4℃	5℃
40	93	87	80	74	68	32	92	84	77	69	62
39	93	86	79	73	67	31	92	84	76	69	61
38	93	86	79	73	67	30	92	83	75	68	60
37	93	86	79	72	66	29	92	83	75	67	59
36	93	85	78	72	65	28	91	83	74	66	59
35	93	85	78	71	65	27	91	82	74	65	58
34	92	85	78	71	64	26	91	82	73	64	56
33	92	84	77	70	63	25	90	81	72	63	55

（续）

干球温度/℃	干球温度－湿球温度					干球温度/℃	干球温度－湿球温度				
	1℃	2℃	3℃	4℃	5℃		1℃	2℃	3℃	4℃	5℃
24	90	80	71	62	53	16	87	75	62	50	39
23	90	80	70	61	52	15	87	74	60	48	37
22	89	79	69	60	50	14	86	73	59	46	34
21	89	79	68	58	48	13	86	71	57	44	32
20	89	78	67	57	47	12	85	70	56	42	
19	88	77	66	56	45	11	84	69	54	40	
18	88	76	65	54	43	10	84	68	52		
17	88	76	64	52	41	9	83	66	50		

注：标准大气压＝101.325kPa

表 B-9　照度与灯光功率对照表

光照强度/lx	白炽灯（普通灯泡）单位功率/(W/m^2)	$20m^2$ 菇房灯光布置/W
1～5	1～4	25～80
5～10	4～6	80～120
15	5～7	100～140
20	6～8	120～160
30	8～12	160～240
45～50	10～15	160～300
50～100	15～25	300～500

注：勒克斯（lx），光照强度单位。等于1流明（lm）的光通量均匀照在$1m^2$表面上所产生的度数。例如：适宜阅读的光照强度为60～100lx。

表 B-10　环境二氧化碳（CO_2）含量对人和食用菌生理影响

二氧化碳含量（%）	人的生理反应	食用菌生理反应
0.05	舒适	子实体生长正常
0.1	无不舒适感觉	香菇、平菇、金针菇出现长菇柄
1.0	感觉到不适	典型畸形菇，柄长、盖小或无菌盖





（续）

二氧化碳含量（%）	人的生理反应	食用菌生理反应
1.55	短期无明显影响	子实体不发生（多数）
2.0	烦闷，气喘，头晕	子实体不发生（多数）
3.5	呼吸较为困难，很烦闷	子实体不发生（多数）
5.0	气喘，呼吸很困难，精神紧张，有时呕吐	子实体不发生（多数）
6.0	出现昏迷	子实体不发生（多数）

表 B-11　常用消毒剂的配制及使用方法

品　名	使用浓度	配制方法	用　途	注意事项
乙醇	75%	95% 乙醇 75mL 加水 20mL	手、器皿、接种工具及分离材料的表面消毒 防治对象：细菌、真菌	易燃、防着火
苯酚（石炭酸）	3%～5%	95～97mL 水中加入苯酚 3～5g	空间及物体表面消毒 防治对象：细菌、真菌	防止腐蚀皮肤
来苏儿	2%	50% 来苏儿 40mL 加水 960mL	皮肤及空间、物体表面消毒 防治对象：细菌、真菌	配制时勿使用硬度高的水
甲醛（福尔马林）	5% 或原液每立方米 10mL 熏蒸	40% 甲醛溶液 12.5mL 加蒸馏水 87.5mL	空间及物体表面消毒，原液加等量的高锰酸钾混合或加热熏蒸 防治对象：细菌、真菌	刺激性强，注意皮肤及眼睛的保护

（续）

品　名	使用浓度	配制方法	用　途	注意事项
新洁尔灭	0.25%	5%新洁尔灭50mL加蒸馏水950mL	用于皮肤、器皿及空间消毒 防治对象：细菌、真菌	不能与肥皂等阴离子洗涤剂同用
高锰酸钾	0.1%	高锰酸钾1g加水1000mL	皮肤及器皿表面消毒 防治对象：细菌、真菌	随配随用、不宜久放
过氧乙酸	0.2%	20%过氧乙酸2mL加蒸馏水98mL	空间喷雾及表面消毒 防治对象：细菌、真菌	对金属腐蚀性强，勿与碱性物品混用
漂白粉	5%	漂白粉50g加水950mL	喷洒、浸泡与擦洗消毒 防治对象：细菌	对服装有腐蚀和脱色作用，防止溅在服装上，注意皮肤和眼睛的保护
碘酒	2%～2.4%	碘化钾2.5g、蒸馏水72mL、95%乙醇73mL	用于皮肤表面消毒 防治对象：细菌、真菌	不能与汞制剂混用
升汞（氯化汞）	0.1%	取1g升汞溶于25mL浓盐酸中，加水1000mL	分离材料表面消毒	剧毒
硫酸铜	5%	取5g硫酸铜加水95mL	菌床上局部杀菌或出菇场地的杀菌 防治对象：真菌	不能储存于铁器中





（续）

品　　名	使用浓度	配 制 方 法	用　　途	注 意 事 项
硫黄	每立方米空间15～20g	直接点燃使用	用于接种和出菇场所空间熏蒸消毒 防治对象：细菌、真菌	先将墙面和地面喷水预湿，防止腐蚀金属器皿
甲基托布津	0.1%或1∶500～800倍	0.1%的水溶液	对接种钩和出菇场所空间喷雾消毒 防治对象：真菌	不能用于木耳类、猴头菇、羊肚菌的培养料中
多菌灵	1∶1000倍拌料，或1∶500倍喷洒	用0.1%～0.2%的水溶液	喷洒床畦消毒 防治对象：真菌、半知菌	不能用于木耳类、猴头菇、羊肚菌的培养料中
气雾消毒剂	每立方米2～3g	直接点燃熏蒸	接种室、培养室和菇房内熏蒸消毒	易燃，对金属有腐蚀作用

表 B-12　常用消毒剂的防治对象及使用方法

名　　称	防 治 对 象	用法与用量
甲醛	线虫	5%喷洒，每立方米喷洒250～500mL
石炭酸（苯酚）	害虫、虫卵	3%～4%的水溶液喷洒环境
漂白粉	线虫	0.1%～1%喷洒
二嗪农	菇蝇、瘿蚊	每吨料用20%的乳剂57mL喷洒
除虫菊酯类	菇蝇、菇蚊、蛆	见商品说明，3%乳油稀释500～800倍喷雾
磷化铝	各种害虫	每立方米9g密封熏蒸杀虫
鱼藤精	菇蝇、跳虫	0.1%水溶液喷雾
食盐	蜗牛、蛞蝓	5%的水溶液喷雾
对二氯苯	螨类	每立方米50g熏蒸
杀螨砜	螨类、小马陆弹尾虫	1∶（800～1000）倍水溶液喷雾
溴氰菊酯	尖眼菌蚊、菇蝇、瘿蚊等	用2.5%药剂稀释300～400倍喷洒

附录 C　常见计量单位名称与符号对照表

量 的 名 称	单 位 名 称	单 位 符 号
长度	千米	km
	米	m
	厘米	cm
	毫米	mm
	微米	μm
面积	公顷	ha
	平方千米（平方公里）	km^2
	平方米	m^2
体积	立方米	m^3
	升	L
	毫升	mL
质量	吨	t
	千克（公斤）	kg
	克	g
	毫克	mg
物质的量	摩尔	mol
时间	小时	h
	分	min
	秒	s
温度	摄氏度	℃
平面角	度	(°)
能量，热量	兆焦	MJ
	千焦	kJ
	焦［耳］	J
功率	瓦［特］	W
	千瓦［特］	kW
电压	伏［特］	V
压力，压强	帕［斯卡］	Pa
电流	安［培］	A



参 考 文 献

［1］黄年来，林志彬，陈国良．中国食药用菌学［M］．上海：上海科学技术文献出版社，2010．

［2］张金霞，谢宝贵．食用菌菌种生产与管理手册［M］．北京：中国农业出版社，2006．

［3］刘永旭，王德林，刘永宝．黑木耳无公害栽培实用新技术［M］．北京：中国农业出版社，2009．

［4］张介驰．黑木耳栽培实用技术［M］．北京：中国农业出版社，2011．

［5］王波，鲜灵．黄背木耳、白背木耳栽培新技术［M］．上海：上海科学技术文献出版社，2005．

［6］蔡金波．银耳袋栽高产新技术［M］．北京：中国农业出版社，2000．

［7］丁湖广，王德平．黑木耳与银耳袋料栽培速生高产新技术［M］．北京：金盾出版社，1998．

［8］张胜友．新法栽培银耳［M］．武汉：华中科技大学出版社，2010．

［9］赵荣艳，段毅．榆耳栽培技术［M］．北京：金盾出版社，2007．

［10］刘平，汪欣．金耳人工栽培技术［M］．北京：中国农业出版社，2000．

［11］周雅冰．紫木耳金耳栽培新技术［M］．上海：上海科学技术文献出版社，2005．

［12］王世东．食用菌［M］．2 版．北京：中国农业出版社，2010．

［13］崔长玲，牛贞福．秸秆无公害栽培食用菌实用技术［M］．南昌：江西科学技术出版社，2009．

［14］刘培军，张曰林．作物秸秆综合利用［M］．济南：山东科学技术出版社，2009．

［15］黄年来．食用菌病虫诊治（彩色）手册［M］．北京：中国农业出版社，2001．

［16］陈士瑜．菇菌生产技术全书［M］．北京：中国农业出版社，1999．

［17］郑其春，陈荣庄，陆志平，等．食用菌主要病虫害及其防治［M］．北京：中国农业出版社，1997．

［18］辽宁省科学技术协会．食用菌机械化生产实用技术［M］．沈阳：辽宁科学技术出版社，2009．

[19] 牛贞福，岳凤丽，国淑梅，等. 不同培养料和栽培模式对毛木耳产量、品质影响的研究 [J]. 吉林农业科学，2014，39 (2)：83-86.
[20] 牛贞福，国淑梅，王永强. 袋栽地栽黑木耳水分管理要点 [J]. 农业知识，2010 (5)：11-12.
[21] 国淑梅，牛贞福. 木耳栽培转茬耳杂菌防治 [J]. 农业知识，2009 (5)：5.
[22] 杨斌，牛贞福. 毛木耳 [J]. 农业知识，2011，9 (1)：29-30.
[23] 董进军，赵淑芳，孙振福. 木糖醇渣栽培毛木耳 [J]. 农业知识，2015 (10)：12-14.
[24] 武深秋. 四季栽培紫木耳 [N]. 湖北科技报，2005-4-29 (3).
[25] 牛贞福，国淑梅. 林果园挂袋套栽黑木耳技术要点 [J]. 浙江食用菌，2008，16 (1)：44.

读者信息反馈表

亲爱的读者：

您好！感谢您购买《耳类珍稀菌高效栽培》一书。为了更好地为您服务，我们希望了解您的需求以及对我社图书的意见和建议，愿这小小的表格为我们架起一座沟通的桥梁。

<table>
<tr><td>姓　　名</td><td></td><td>从事工作及单位</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>通信地址</td><td colspan="2"></td><td>电　话</td><td></td></tr>
<tr><td>E-mail</td><td colspan="2"></td><td>QQ</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">1. 您喜欢的图书形式是
□系统阐述　□问答　□图解或图说　□实例　□技巧　□禁忌　□其他________
2. 您能接受的图书价格是
□10～20 元　□20～30 元　□30～40 元　□40～50 元　□50 元以上
3. 您认为该书采用双色印刷是否有必要？
○是　○否
4. 您觉得该书存在哪些优点和不足？

5. 您觉得目前市场上缺少哪方面的图书？

6. 您对图书出版的其他意见和建议？</td></tr>
<tr><td colspan="5">您是否有图书出版的计划？打算出版哪方面的图书？</td></tr>
</table>

为了方便读者进行交流，我们特开设了种植交流 QQ 群：336775878，欢迎广大种植朋友加入该群，也可登录该群下载读者意见反馈表。

请联系我们——

地　　址：北京市西城区百万庄大街 22 号　机械工业出版社技能教育分社（100037）

电话：（010）88379243　88379761　传真：68329397

E-mail：31797450@qq.com

高效种植致富直通车

- 葱高效栽培
- 梨高效栽培
- 李杏高效栽培
- 花生高效栽培
- 葡萄高效栽培
- 板栗高效栽培
- 大蒜高效栽培
- 甜樱桃高效栽培
- 马铃薯高效栽培
- 辣椒高效栽培
- 番茄高效栽培
- 果树安全优质生产技术
- 平菇类珍稀菌高效栽培
- 枣高效栽培
- 茶高效栽培
- 生姜高效栽培
- 草莓高效栽培
- 苹果高效栽培
- 核桃高效栽培
- 黄瓜高效栽培
- 猕猴桃高效栽培
- 食用菌高效栽培
- 黄秋葵高效栽培
- 葡萄优质高效栽培
- 无公害苹果高效栽培与管理
- ★ **耳类珍稀菌高效栽培**

- 棚室桃高效栽培
- 棚室番茄高效栽培
- 棚室辣椒高效栽培
- 棚室甜瓜高效栽培
- 棚室蔬菜高效栽培
- 棚室草莓高效栽培
- 棚室葡萄高效栽培
- 棚室黄瓜高效栽培
- 棚室西瓜高效栽培
- 棚室大樱桃高效栽培

地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037

电话服务
服务咨询热线：010-88361066
读者购书热线：010-68326294
010-88379203
网络服务
机工官网：www.cmpbook.com
机工官博：weibo.com/cmp1952
金书网：www.golden-book.com
教育服务网：www.cmpedu.com

上架指导 蔬菜园艺
ISBN 978-7-111-53325-2
种植交流QQ群：336775878
策划编辑：高伟 郎峰
封面设计：小徐书装



定价：26.80元